IMPERIAL MYCOLOGICAL
12 NOV. 1936
INSTITUTE

ANNALES

DES

ÉPIPHYTIES

18e Année 1932

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PUBLIÉES PAR

L'INSTITUT DES RECHERCHES AGRONOMIQUES

COMITÉ DE RÉDACTION

MM.

BOUVIER, Membre de l'Institut, Professeur honoraire au Muséum d'Histoire naturelle.

CAPUS, Sénateur de la Gironde, ancien Ministre de l'Agriculture.

DEMOLON, Ingénieur agronome, Inspecteur général des Stations et Laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

FOEX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale de Versailles.

MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum National d'Histoire naturelle.

MARCHAL, Membre de l'Institut, Directeur de la Station entomologique de Paris.

MM.

MONICAULT (de), Ingénieur agronome, Membre de l'Académie d'Agriculture.

REY, Inspecteur général des Stations et Laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

RICARD, Ingénieur agronome, ancien Ministre de l'Agriculture.

ROUX (Eug.), Docteur ès-sciences, Directeur de l'Institut des Recherches agronomiques.

SCHRIBAUX, Ingénieur agronome, Directeur honoraire de la Station d'Essais de Semences.

VIALA, Membre de l'Institut, Professeur à l'Institut National Agronomique, Inspecteur général des Stations et Laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

RÉDACTEUR EN CHEF : M. le Professeur P. MARCHAL, Membre de l'Institut, Directeur de la Station entomologique de Paris.

RÉDACTEUR PRINCIPAL : M. E. FOEX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale de Versailles.

SECRÉTAIRES DE LA RÉDACTION : MM. G. ARNAUD et P. VAYSSIÈRE.

ADMINISTRATION ET RÉDACTION :
INSTITUT des RECHERCHES AGRONOMIQUES
42 *bis*, rue de Bourgogne
PARIS (VII^e^)

RAPPORT PHYTOPATHOLOGIQUE POUR L'ANNÉE 1931

PAR LE DIRECTEUR DE LA STATION ENTOMOLOGIQUE
ET LE DIRECTEUR DE LA STATION DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE
DE PARIS

I. — MESURES ADMINISTRATIVES VISANT LA PROTECTION DES PLANTES CULTIVÉES ET ORGANISATION DE LA LUTTE CONTRE LEURS ENNEMIS

Lutte contre le Doryphora (Organisation générale). — En raison de l'extension du Doryphora, qui en fin de 1931 avait atteint trente départements (1), l'organisation de la lutte contre ce ravageur a été intensifiée à divers points de vue. En appliquant les mêmes méthodes que les années précédentes et les nouvelles données fournies par les Services scientifiques et techniques, les Services agricoles départementaux dirigèrent la lutte avec le concours du Service de Défense des cultures et sous le contrôle d'un Inspecteur général (2) spécialement chargé de la coordination des efforts. Des comités communaux de lutte contre le Doryphora furent obligatoirement constitués dans les régions envahies et prirent à leur charge le travail de propagande auprès des agriculteurs et une partie de l'organisation de la lutte, par exemple le travail des ramassages, le contrôle des dépôts communaux d'insecticides, la distribution des primes. L'outillage de traitement a été largement complété par l'achat de nombreux pulvérisateurs à grand travail (beaucoup fonctionnant avec des tubes d'air comprimé). Des camionnettes, utilisées surtout à la périphérie de la tache d'invasion, permirent, en outre, sur les petits foyers, de transporter à pied d'œuvre en de très brefs délais, le personnel chargé des opérations de lutte et d'apporter en même temps les produits et l'appareillage nécessaire pour des traitements immédiats. Cette organisation et l'exécution des travaux placés sous la surveillance de spécialistes assurèrent la rapidité indispensable pour la réussite des traitements d'extinction sur les nouveaux foyers.

(1) Voir page 6 (Cultures industrielles).
(2) M. Buche remplaçant à ce poste M. Chappaz appelé en Tunisie.

La réglementation de la circulation des pommes de terre pendant la période d'hivernage a fait l'objet de diverses dispositions prises après avis du Comité des Epiphyties.

Les travaux techniques ont été principalement poursuivis à Bordeaux sous la direction de M. Feytaud (Voir p. 6).

Le laboratoire de campagne pour l'étude du Doryphora qui avait été installé en 1930 dans la Dordogne, à Augignac, a été transporté en 1931 à Chabanais (Charente). Les travaux qui ont été effectués dans cette Station par M. Trouvelot ont donné lieu à diverses publications (1).

Congrès et assemblées cancernant la lutte contre les ravageurs des cultures. — Un Congrès de la lutte contre les ennemis des cultures aux colonies organisé par la Ligue nationale de lutte contre les ennemis des cultures, a tenu ses séances le 19 juin à l'Exposition coloniale. Des communications y ont été faites sur l'organisation de la défense des cultures aux colonies, sur les Acridiens, les Vertébrés nuisibles et divers ravageurs (Vayssière, Maublanc, Chappellier, Cayla, Saulnier) (2).

Le Congrès international du Rat et de la Peste s'est ouvert le 7 octobre 1931 à l'Institut Pasteur et se poursuivit à l'Office international d'Hygiène publique ainsi qu'à la Cité des Informations (Exposition coloniale) pour se terminer le 12 octobre. Tous les moyens d'intensifier la lutte contre le Rat y ont été envisagés et discutés et feront l'objet de publications.

Comité des Epiphyties. — Le Comité consultatif des Epiphyties s'est réuni le 31 juillet afin d'examiner diverses questions ayant trait à la circulation des pommes de terre originaires des régions doryphorées ; au cours de cette séance il a également été envisagé d'organiser la lutte contre *Ceratitis capitata* dans les vergers de la vallée du Rhône où cet insecte commet des dégâts considérables.

Traitements insecticides et anticryptogamiques

Généralités. — Le mouvement en faveur de la généralisation du traitement méthodique des vergers se poursuit dans diverses régions fruitières. Il a surtout commencé à se développer dans la région du Sud-Est grâce à l'initiative de la Station entomologique de Saint-Genis-Laval (M. Paillot)

(1) Voir les rapports sommaires des Stations de Versailles et de Bordeaux, ainsi que le Chapitre des Insectes nuisibles aux cultures (Pomme de terre), dans le présent Rapport, page 6. Voir aussi : B. Trouvelot. — Le laboratoire de campagne pour l'étude du Doryphora et premières études sur la dissémination naturelle du Doryphora dans le Poitou et le Limousin (*C. R. Acad. Agric.*, xvii, p. 339-354, 1931).

(2) *Le Bulletin Agricole* (Paris, 5, avenue de l'Opéra), 51e année, N° 1.877, juillet-octobre, p. 14-17, 1931).

collaborant avec l'inspection régionale du Service de la Défense des Végétaux, avec les directions des Services agricoles et les Services agricoles de la Compagnie P.-L.-M. Une propagande très active a pu être ainsi entreprise et des démonstrations nombreuses ont été organisées depuis quelques années dans les départements de la circonscription (Rhône, Loire, Isère, Puy-de-Dôme, Haute-Savoie, etc.). La plupart des Syndicats agricoles sont maintenant pourvus des produits nécessaires à la préparation des bouillies suivant les formules préconisées à la Station entomologique du Sud-Est et ils peuvent aussi disposer de pompes à grand travail et d'un matériel moderne et varié pour les diverses applications de traitements. On peut donc prévoir que dans un avenir prochain la région fruitière du Sud-Est sera complètement organisée en vue de la lutte contre les parasites des arbres fruitiers. D'importants progrès ont été aussi réalisés dans la plupart des régions fruitières de la France. Ils sont basés sur une généralisation de plus en plus étendue et méthodique des traitements d'hiver soit par applications d'huiles anthracéniques en bouillie bordelaise, soit par emploi d'huiles d'origine similaires, mais commercialement standardisées et rendues miscibles à l'eau par addition d'un émulsifiant (carbolineums de marques diverses).

De nombreuses indications utiles concernant les traitements des végétaux contre leurs parasites animaux ont été mises à la disposition des agriculteurs dans les nouveaux traités de A. Paillot et de R. Poutiers (1).

Une mise au point de la « pratique du contrôle des ravageurs souterrains » a été faite avec les développements que comporte cette importante question par F. Willaume qui a mis à profit à cet effet les documents réunis et l'expérience acquise aux laboratoires de l'Institut des Recherches Agronomiques. Les méthodes culturales, les méthodes préventives et les méthodes curatives y font l'objet d'une série de chapitres. (2).

La question du contrôle des produits pour la défense des cultures a été mise à l'étude par la Ligue nationale contre les ennemis des cultures. Une note préalable pouvant servir d'introduction à l'ensemble du travail et faisant connaître ce qui avait été fait à cet égard à l'étranger et notamment en Allemagne a été rédigée et présentée par M. Robert Regnier (3).

L'étude des appareils utilisés pour le traitement des arbres fruitiers a

(1) A. Paillot. — Les insectes nuisibles des vergers et de la vigne, Paris (G. Doin et Cie), 1931.

R. Poutiers. — Entomologie et Parasitologie agricoles, Paris (Ar. Quillet), 1931.

(2) *Revue de Zoologie agricole et appliquée*, Bordeaux, xxix, p. 96-98, 112-114, 128-132, 1930 ; xxx, p. 24-34, p. 37-41, 128-130, 156-164, 165-173, 1931.

(3) *Le Bulletin Agricole* (Paris, 5, avenue de l'Opéra), 51e année, N° 1873, mars 1931, p. 14 ; N° 1874, avril 1931, p. 13-21 ; N° 1877, juillet-octobre 1931, p. 9-12.

donné lieu à divers rapports et publications notamment dans la région lyonnaise (1).

Huiles minérales et dérivés du goudron. — La valeur des émulsions d'huile d'automobile pour la destruction des Cochenilles se trouve confirmée au cours d'une série d'expériences faites pour la destruction du *Lecanium corni* sur les Pruniers. Voukassovitch, qui signale ce fait, note toutefois les différences de composition et de viscosité que présentent ces huiles et les inconvénients que peuvent entraîner ces variations au point de vue de la constance des résultats obtenus. Il s'est ainsi trouvé conduit à remplacer les huiles d'automobiles par d'autres huiles de graissage d'un emploi plus économique et à arrêter son choix définitif sur l'une d'elles de la série des huiles légères et caractérisée par son poids spécifique de 0,920 à 0,925 et sa viscosité 6° à 6°5 Engler à 20°, 2° 4 2°2 Engler à 50° et 1°20 à 1°25 Engler à 100° (2).

Huiles végétales. — Balachowsky a fait ressortir les avantages, tant au point de vue de l'efficacité que de l'économie, présentés par les émulsions d'huiles végétales pour les traitements contre les pucerons (3). L'huile d'olive de qualité inférieure est d'un emploi tout indiqué dans le Midi de la France. La formule est la suivante : Savon blanc de Marseille : 1 kg. 500 ; huile d'olive ou d'arachide : 0,5 à 1 litre ; eau : 100 litres. La préparation se fait instantanément : 1° Faire dissoudre le savon dans 7 litres d'eau (on peut faire bouillir pendant 10 minutes dans une bassine pour activer ; en ce cas laisser refroidir). 2° Verser doucement l'huile végétale dans la solution savonneuse froide en agitant énergiquement avec un bâton plat, pour obtenir un liquide crémeux. 3° Diluer à 100 litres.

Insecticides végétaux. — Divers travaux ont été publiés sur la chimie et l'utilisation du Pyrèthre insecticide (4).

Anticryptogamiques. — L. Ravaz (5), rappelle quelles sont les diverses formes de soufre employées en viticulture. P. Marsais (6) discute la question des bouillies mouillantes et des bouillies adhérentes. R. Roubin (7) envisage l'emploi des bouillies alcalines et des acides.

(1) *Bull. Office des Renseignements agricoles*, 15 mars 1931. — *Gazette agricole*, 1931.

(2) *Revue de Path. vég. et d'Entom. agric.*, XVIII, p. 104-109, 1931.

(3) *C. R. Acad. Agric.*, XVII, p. 676-682, 1931.

(4) Voir notamment : L. Deshusses et J. Deshusses. — Détermination du pouvoir insecticide du pyrèthre (*C. R. Acad. Agric.*, XVII, p. 517-520, 1931.)

(5) Ravaz (L.). — Chronique. Les Soufres (*Progrès agricole et Viticole*, t. CXIV, n° 18, pp. 415-418, 3 mai 1931.)

(6) Marsais (P.). — Bouillies mouillantes et adhérentes (*Revue de Viticulture*, t. LXXIV, n° 1927, pp. 357-361, Paris, 4 juin 1931.)

(7) Roubin (R.). — Bouillies alcalines ou acides (*Progrès Agricole et Viticole*, t. CXIV, n° 19, pp. 451-453, 10 mai 1931.)

II. — INSECTES ET AUTRES ANIMAUX NUISIBLES AUX CULTURES

Céréales

La question des traitements applicables aux larves de Taupins (Elatérides) et autres insectes souterrains vivant soit dans les céréales, soit dans d'autres cultures, a été traitée par F. Willaume (1). Les larves de Taupins, au cours de l'année 1931, se sont en particulier montrées très nuisibles dans l'Eure, dans le Nord, en Normandie et en Bretagne. Dans le Morbihan, elles ont été combattues par des applications de sylvinite à dose massive au printemps ; les résultats ont été défavorables.

Les cultures d'Orge, près de Dijon, ont eu à souffrir d'une attaque de Taupe Grillon (*Gryllotalpa vulgaris*) supprimant presque la totalité de plusieurs hectares. Un traitement aux appâts empoisonnés par le phosphure de zinc a donné de bons réslutats.

L'année 1931 a été marquée par un développement anormal des chenilles du Maïs (*Pyrausta nubilalis* Hübner et *Sesamia nonagrioïdes* Esp.) dans divers départements du Midi ou du Sud-Ouest. Dans l'Aude (région du Lauragais) elles causent d'année en année des dommages plus importants.

Une étude d'ensemble bien documentée a été publiée par J. Feytaud sur les chenilles du Maïs (*Pyrausta nubilalis*, *Sesamia*, etc.) (2).

L'Alucite des céréales (*Sitotroga cerealella*) s'est fait remarquer par son abondance dans les vallées du Tarn et de la Garonne et a fait son apparition même avant le battage. La Cécidomyie de l'Avoine (*Mayetiola avenae* Marchal) a fait de notables dégâts sur l'Avoine dans le Gers.

Les Blés dans le Pas-de-Calais et la Meurthe-et-Moselle ont eu à souffrir du préjudice causé par divers Diptères. Les Cécidomyies des épis (*Diplosis mosellana* et *Diplosis tritici*) ont amené une importante diminution de la récolte, en particulier dans les Blés tardifs. Les larves de *Meromyza saltatrix* ont aussi contribué aux dommages dans diverses localités du Pas-de-Calais. En mélange avec l'Oscinie elles ont fait pendant la période hivernale de notables dégâts en Seine-et-Oise et dans la région de Reims. Dans l'Indre, elles ont attiré l'attention au cours de l'été en attaquant les épis de Blé. L'attaque des *Meromyza* était caractérisée par l'atrophie d'un ou deux épillets, ce qui avait fait penser aux lésions de la grêle.

Les Oscinies (*Oscinis frit*) se sont montrées fort nuisibles sur les semis

(1) *Revue de Zoologie agricole et appliquée*, Bordeaux, XXIX, p. 96-98, 112-114, 128-132 (1930) ; XXX, p. 24-34, 37-41, 128-130, 156-164, 165-173 (1931).

(2) J. Feytaud. — Les vers des tiges de maïs (*Revue de la Soc. Zool. Agric. et appli.*, Bordeaux, XXIX, p. 85-96, 1930.)

de Blé de la fin de l'hiver et au printemps dans la Haute-Loire. On a aussi signalé leurs ravages à Reims dans les Avoines d'hiver et sur l'Escourgeon, ainsi que dans le Nord sur les Avoines de printemps. La seconde génération a fortement attaqué les épis d'Orge à Versailles. La troisième s'est également montrée dangereuse à l'automne sur les Blés et Seigles de la même région, ainsi que sur les Blés de la Loire-Inférieure. Le *Chlorops taeniopus* a été rencontré sur le Seigle et l'Orge à Bordeaux et sur le Blé à Versailles [Mesnil]. *Chortophila cilicrura* Rond. a fait d'importants dégâts sur les Blés d'hiver dans la région de Clermont-Ferrand et ses attaques ont aussi été observées à Versailles [Mesnil].

Des invasions assez fortes de Cèphe pygmée se sont développées dans diverses régions et notamment dans l'Aude où il se rencontrait souvent en abondance dans tous les champs de Blé (1). Par contre, en Alsace où il s'était multiplié l'année précédente, il s'est montré en décroissance marquée.

Cultures industrielles

Pomme de terre. — Doryphora (2). — L'année 1931 est caractérisée par une très forte progression : densité des foyers accrue dans l'ensemble des territoires déjà envahis, apparition de foyers nouveaux en ordre dispersé bien au-delà.

Le nombre des départements touchés passe de 18 à 30 ; celui des départements atteints par les zones de 21 à 37.

La grande zone contaminée massive englobe désormais en totalité les départements de Gironde, Charente, Haute-Vienne, Dordogne, Lot ; presqu'entièrement : Charente-Inférieure, Deux-Sèvres, Vienne, Creuse, Corrèze, Lot-et- Garonne, Landes ; une partie plus ou moins grande de Vendée, Indre-et-Loire, Indre, et déborde de même un peu sur Cantal, Aveyron, Tarn-et-Garonne et Gers.

Les petites zones contaminées distinctes s'éparpillent sur la plupart des mêmes départements et sur ceux de Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Mayenne, Orne, Sarthe, Loir-et-Cher, Loiret, Cher, Allier, Puy-de-Dôme, Hautes-Pyrénées.

Les foyers extrêmes sont (ceux des Hautes-Pyrénées mis à part) Sainte-Flaive-des-Loups (Vendée), Saint-Julien-de-Concelles (Loire-Inférieure), La Rouaudière (Mayenne), Larchamp (Orne), Pizieux (Sarthe), Mareau-aux-Bois

(1) J. Mahoux. — La Cèphe pygmée (*Bull. Soc. centrale d'Agricult. de l'Aude*, N° 141, p. 367-368, 1931.)

(2) Notes transmises par M. Feytaud.

(Loiret), Vensat (Puy-de-Dôme), Compolibat (Aveyron), Cazals, Sérignac (Tarn-et-Garonne), Bassercles et Angresse (Landes).

La zone de protection déborde légèrement sur l'Ille-et-Vilaine, la Manche, le Calvados, l'Eure-et-Loire, le Tarn, la Haute-Garonne et les Basses-Pyrénées ; elle assure partout un rayon de garantie de 20 kilomètres en dehors de tous les foyers périphériques.

Bien qu'il soit impossible d'être absolument affirmatif en la matière, on peut dire que les apparitions de tous les foyers nouveaux de 1931 s'expliquent suffisamment par la diffusion naturelle, sauf pour celui d'Adast-Pierrefitte (Hautes-Pyrénées), qui semble résulter nettement d'un transport par train ou autre véhicule, transport remontant au moins à 1930. Ce dernier groupe a d'ailleurs déterminé la création d'une zone contaminée et d'une zone de protection tout à fait indépendantes.

L'unification de la lutte, réalisée par le Ministère en 1930, sous la direction d'un Inspecteur général de l'Agriculture, a permis, avec le concours de crédits beaucoup plus élevés, de traiter mieux et de traiter proportionnellement un bien plus grand nombre de foyers.

La méthode courante est restée la même ; elle a continué à se montrer efficace. Elle a permis d'enregistrer l'extinction d'un très grand nombre de foyers de 1930 et d'obtenir probablement celle de la plupart des foyers isolés de 1931. Toutefois, en prévision du passage aux traitements d'entretien de l'avenir, on a entrepris, dans la tache massive du Limousin, sous le contrôle du Service de recherches, des essais étendus de bouillies mixtes, cupro-arsenicales, qui seront poursuivis en 1932. Il a été fait aussi, dans la même région, toujours à titre d'essai, des applications de poudrages en grande surface. Les importantes ressources budgétaires dont se trouve doté le service de lutte ont permis en outre de renforcer l'outillage en mettant en œuvre des appareils à grand travail beaucoup plus nombreux et plus perfectionnés.

Les traitements préventifs sur les territoires indemnes ont été malheureusement très peu étendus.

La création des Comités communaux a été un palliatif à la rareté des syndicats de défense départementaux, dont la formation serait d'un si grand secours. La promesse des facilités spéciales dont peuvent bénéficier les membres des syndicats de défense pour le transport des pommes de terre, tomates et aubergines (circulaire ministérielle du 15 septembre 1931) est cependant de nature à encourager la constitution de ces groupements.

Betteraves. — En Alsace, on a mentionné le cas, à Niederhergheim, de pépinières de Betteraves totalement anéanties par les larves de Silphes. Les Betteraves de la même région ont eu également à souffrir en plusieurs endroits des Cassides (Station de Colmar). Les chenilles d'Agrotis (Vers

gris) ont porté un préjudice notable à la récolte dans plusieurs régions et notamment dans la plaine de Caen.

Cultures fourragères. — Prairies naturelles

Un fait assez caractéristique de l'année a été l'apparition en grand nombre d'un Sphingide, le *Deilephila lineata* F. var. *livornica* Esp. dans différentes régions de la France et les dégâts que ses chenilles ont causés principalement dans les plantations de Sarrasins et aussi dans les vignobles (voir p. 16).

D'une façon assez anormale, cet Insecte est remonté jusque dans le département de l'Ain, dont le Directeur des Services Agricoles nous envoyait des chenilles au début de juillet. Ces chenilles avaient été recueillies dans des champs de Sarrasin précoce, qu'elles avaient ravagés sur la surface de deux hectares : débordant au début sur les cultures fourragères avoisinantes (Vesces, Trèfle violet, etc.), elles se localisèrent ensuite sur le Sarrasin. Cette pullulation était, d'après un correspondant, de l'ordre de 60 à 100 chenilles au mètre carré. Bien que les attaques du *Deilephila livornica* sur Sarrasin ne paraissaient guère jusqu'alors avoir été signalées, on savait qu'il s'agissait d'une chenille assez polyphage. C'est elle qui, généralement sous le nom de *Sphinx lineata*, est connue dans la région méditerranéenne comme nuisible à la Vigne ; on l'a mentionnée aussi sur le Gaillet (*Galium verum*) sur les Linaires, les Antirrhinum, les Fuchsias, plus rarement sur les Rumex et les Scabieuses. Dans le cas d'invasion dans les cultures, l'arséniate de plomb, l'arséniate de chaux se montrent efficaces, si les chenilles sont encore jeunes. — D'autre part, une forte invasion de chenilles du même Lépidoptère a eu lieu dans la région littorale de l'Océan et notamment en Vendée : là encore les champs de Sarrasin ont été particulièrement atteints (1). On a également signalé dans le Tarn une forte attaque de *Deilephila livornica* sur Sarrasin. Enfin, le même Insecte a encore attiré l'attention par sa multiplication locale dans les Hautes-Pyrénées, la Charente et la Gironde.

Les chenilles de Noctuelles ont causé d'importants dégâts dans les fourrages et moissons des régions de Laon et de Thiérache (Aisne).

Les importants dégâts d'un Carabide, l'*Amara erythrocnema*, dans les prairies naturelles des régions côtières du Midi de la France et spécialement en Camargue ont été mis en lumière par M. Marié (2). L'Insecte monte

(1) G. Durand. — Apparition anormale de *Celerio livornica* Esp. et dégât faits par sa chenille dans les champs de sarrasin (*Revue de Zool. agric. et appl.*, Bordeaux, xxx, p. 180-187, 1931). — H. des Abbayes. — Sur une invasion de chenilles de *Celerio livornica* Esp. en Vendée (*Bull. Soc. Zoologique de France*, lvi, p. 512.)

(2) *Revue des Agriculteurs de France*, avril 1931, p. 182-183.

vers les épis des Graminées peu avant leur maturité et dévore les graines qu'ils contiennent. Les Bromes, les Fétuques, l'Avoine élevée sont également attaqués. Ces plantes ne peuvent donc plus se propager naturellement par la chute des graines sur le sol au moment de la fenaison et les prairies naturelles se couvrent de végétaux sans valeur fourragère au détriment des Graminées. Un traitement n'exigeant pas plus de 2 heures à l'hectare est préconisé. Il consiste en une récolte au filet fauchoir des *Amara* qui restent cantonnés sur les épis. Quatre passages successifs exigeant chacun environ une demi-heure permettent de débarrasser un hectare. Le passage du rouleau après la récolte du foin permet aussi de détruire un grand nombre d'Insectes.

Le Négril (*Colaspidema atrum* Ol.) a causé de sérieux dégâts sur les deuxièmes coupes de Luzerne, principalement sur les coupes tardives, notamment dans l'Ariège, le Tarn, le Lot-et-Garonne, la Drôme et le Gard.

Cultures potagères (1)

Tous les renseignements utiles concernant la Courtilière (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.), et en particulier les méthodes récentes de destruction contre cet Insecte, ont été réunis par M. Feytaud dans un article consacré à cet Orthoptère (2).

Les chenilles mineuses de *Gortyna ochracea* Hb., souvent signalées comme endommageant les Artichauts, ont causé de sensibles dégâts dans les plantations de Pommes de terre en Alsace (région de Pfaffenheim). Le *Lampides boeticus* L. (*Polyommatus boeticus*) a attaqué des cultures de Pois aux environs de Bordeaux. Des invasions de la Vanesse du Chardon (*Vanessa cardui* L.) ont été signalées en juin sur les Artichauts dans la Charente-Inférieure et dans le Lot-et-Garonne.

Les chenilles d'*Hypopta caestrum H b.*, dites « chenilles en fourreaux », continuent à causer un grave préjudice aux plantations d'Asperges de la région à primeurs de Cavaillon (Vaucluse) et on se plaint aussi des ravages du même Insecte dans les jardins des environs de Montpellier.

On a toujours à souffrir de la pullulation des Bruches dans les Lentilles de la Haute-Loire et de divers points de la vallée du Rhône.

La Bruche des Haricots (*Bruchus obtectus* Say) s'est encore beaucoup répandue. Elle a fait l'objet de plaintes de tous les côtés dans le Sud-Ouest, principalement dans la Gironde, la Dordogne et les Landes.

(1) Pour Pomme de terre, voir aussi : *Cultures industrielles.*

(2) *Revue de Zoologie appliquée*, Bordeaux, juillet 1930. Voir aussi Collas : La destruction des Courtilières (*Bull. Agricole*, 51e année, N° 1873, p. 15. Paris, mars 1931.)

La multiplication de la Cécidomyie des Choux-fleurs a été beaucoup moins intense en 1931 que les années précédentes. Sa biologie a fait l'objet d'une mise au point (1).

Les Champignonnières ont eu à souffrir dans la région de Rouen d'une très forte attaque de *Sciara* ; on a réussi à l'enrayer par une désinfection au gaz sulfureux et un assainissement général [Regnier].

Aux environs d'Avignon une forte invasion de la Tenthrède de la Rave (*Athalia spinarum*) a été constatée dans les plantations de Navets. Des pulvérisations arsenicales faites, à titre d'essais, sur le feuillage ont amené en deux jours la destruction à peu près complète des larves ou fausses-chenilles [Jœssel].

Dans la région de Carpentras (Vaucluse), certains propriétaires ont vu une bonne partie de leur récolte anéantie ou compromise par les attaques de Nématodes (*Heterodera radicicola*). Les Tomates, Aubergines, Haricots et Melons ont été particulièrement atteints [Jœssel].

Cultures fruitières

La Tordeuse orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* Busk) continue à réduire dans une forte proportion la récolte des pêches dans les Alpes-Maritimes et le Var, les variétés tardives ou de moyenne précocité étant de beaucoup les plus atteintes. Les premiers essais d'acclimatation de parasites auxiliaires de provenance américaine ont été effectués par M. Balachowsky avec le concours de M. Heussler (Bureau d'Entomologie des Etats-Unis) dans la région de Nice. Ils ont porté sur un Braconide, le *Macrocentrus ancylivorus*, et ont donné des résultats fort encourageants. (Voir Rapport sommaire des Stations de Versailles et de Paris, p. 60).

La lutte contre le *Carpocapsa pomonella* (Ver des pommes) continue à s'organiser dans diverses régions, notamment dans le Sud-Est. Dans le Midi [région du Vigan (Gard)], le Service de Défense des végétaux a institué des champs de démonstrations qui ont porté fruit : au Vigan, un verger de 800 Pommiers traités a obtenu une plus-value de 25 % sur le prix donné par les acheteurs dans les vergers non traités [Poitiers].

En raison de l'importance de la question abordée et des nombreuses indications qu'elle contient, il importe de signaler l'étude de R. Pissard sur *Laspeyresia* (*Carpocapsa*) *pomonella* L. Les conditions de la vie de cet Insecte vulgairement connu sous le nom de Pyrale ou Ver des Pommes, sous divers climats et sur différentes espèces fruitières (Pommier, Poirier,

(1) Olombel. — Note préliminaire sur la Cécidomyie du chou-fleur (*C. R. Acad. Agric.*, XVII, p. 178-182, 1931.)

Abricotier, Noyer, etc.) sont passées en revue, ainsi que la pratique des traitements qui conviennent. Il reste à préciser sur divers points les variations du cycle évolutif suivant les régions de notre pays (1).

Les Hyponomeutes se sont multipliés en abondance plus ou moins grande dans l'Ille-et-Vilaine, le Morbihan, la Sarthe, la Côte-d'Or, l'Yonne, la Haute-Saône, la Lozère, le Gard, l'Ardèche, la Drôme, l'Aude, les Hautes-Alpes. Une très grave invasion s'est manifestée dans les Basses-Alpes sur les Pommiers. Les arbres ont été dépouillés de leurs feuilles. Une extension des Pommiers aux Amandiers a été signalée dans ce département (région de Valensol). Bien qu'aucune identification spécifique des papillons n'ait été faite dans le cas actuel, il est à rappeler que la forme qui vit sur l'Amandier s'est présentée jusqu'ici avec les caractères de *H. malinella* et non de *H. padella* (2). Une forte attaque des Hyponomeutes sur Amandiers a été aussi mentionnée dans les Bouches-du-Rhône (La Fare, et environs d'Aix) et dans le Vaucluse. Là aussi, les Pommiers étaient simultanément atteints.

En différents points de Vaucluse, du Var et des Bouches-du-Rhône, le feuillage des Pêchers a eu à souffrir des attaques de *Recurvaria nanella* ; les chenilles de ce papillon ont pourtant été facilement combattues par des pulvérisations d'arséniate diplombique à 600 gr. par hectolitre.

La chenille mineuse de *Cemiostoma scitella*, abondante en août ,a fait sur les Pommiers des dégâts sensibles dans divers vergers de Normandie.

Dans le Vaucluse, on a remarqué en particulier sur les Cerisiers, l'extrême abondance des chenilles de *Vanessa polychloros* : jointes à celles de Cheimatobies et de *Diloba caeruleocephala*, elles ont causé dans plusieurs districts un grave préjudice. Des ceintures gluantes placées dès le mois de novembre 1931 ont permis de capturer un grand nombre de femelles de Cheimatobies.

Des foyers de Cheimatobie et chenilles arpenteuses diverses se sont manifestés en divers points de la vallée d'Auge (Calvados), dans la Sarthe, la Haute-Saône, la Côte-d'Or, mais, sans pourtant qu'il paraisse y avoir eu une grande prédominance de ces Insectes au cours de l'année. Dans le Vaucluse, les invasions de Cheimatobie ont été signalées principalement sur les Abricotiers et les Cerisiers.

Dans la vallée du Rhône, l'invasion de chenilles de Bombyx chrysorrhé (*Nygmia phoeorrhaea*), qui était en progrès en 1930, a été considérablement réduite en 1931. L'*Anisandrus* (*Xyleborus*) *dispar* F. a étendu d'une façon très marquée ses dégâts sur les Pêchers et Poiriers de la vallée du

(1) R. Pussard. — A propos de *Laspeyresia* (*Carpocapsa*) *pomonella* L.. (*Revue de Path. Vég. et d'Entom. agric.*, XVII, p. 87-104, 1931.)

(2) P. Marchal. — Observations sur la biologie des Hyponomeutes (*Bull. Soc. d'Etudes et de Vulgarisation de la Zoologie agricole*, Bordeaux, 1902.)

Rhône, l'invasion de printemps ayant causé des dégâts importants dans les jeunes plantations. On s'est plaint d'ailleurs de la présence du même xylophage dans diverses régions, notamment sur Pruniers ou Pêchers dans la Gironde, le Lot-et-Garonne, la Dordogne. Il a aussi atteint d'autres essences, telles que les Châtaigniers du Japon en pépinières à Rochechouart [FEYTAUD].

L'abondance et les dégâts de l'Anthonome du Pommier (*Anthonomus pomorum*) ont été signalés dans l'Ille-et-Vilaine, la Sarthe, le Calvados, l'Orne, la Mayenne, le Morbihan.

Les Anthonomes du Poirier (*Anthonomus cinctus* Redt.) se sont montrés fort nuisibles dans diverses régions fruitières, notamment dans l'Indre-et-Loire et le Sud-Est. Les trois espèces vivant sur cette essence (*Anthonomus pomorum* L., *A. cinctus* Redt. et *A. spilotus* Redt.) ont fait l'objet d'une nouvelle publication de R. PUSSARD (Station entomologique du Sud-Est) (1). La biologie des 3 espèces souvent confondues est très différente ; elle est complètement décrite et les principales indications sont données sur les méthodes de destruction applicables.

L'*Anthonomus rectirostris* L. (= *A. druparum* L.) a été trouvé en Alsace en grande abondance sur Cerisiers : le *Rhynchites cupreus*, dans la même région, sur Mirabelliers. En Normandie, les *Phyllobius*, et notamment *P. oblongus*, se sont montrés au printemps très nuisibles aux greffes des arbres fruitiers. Dans certaines pépinières, on protège les greffes au moyen de sacs en papier paraffinés.

Le *Capnodis tenebrionis* continue à causer des dommages inquiétants dans la région méridionale, particulièrement dans le Var et les Bouches-du-Rhône. — Par endroits, notamment sur Pêchers et Abricotiers, on compte de 30 à 40 % d'arbres tués par cet Insecte. Le paradichlorobenzène, employé suivant les indications connues, a donné des résultats très inégaux.

A propos des essaimages en masse de certains Carabides du groupe des Harpales, P. LESNE rappelle les dégâts causés dans les plantations de Fraisiers par le *Pseudophonus ruficornis* F. qui endommage sérieusement les fruits en arrachant les akènes dont il se nourrit. Il est extrêmement probable que d'autres espèces qui essaiment parfois en vols abondants (*Pseudophonus griseus* Panz, *P. calceatus* Duft. sont aussi granivores (2).

Une très forte attaque de *Thrips fuscipennis* Haliday a été signalée sur les Fraisiers aux environs de Paris, notamment à Montmorency. La présence de ces Insectes provoque le dessèchement des fleurs et parfois de toute la hampe florale. Le mal a été assez efficacement combattu par la nicotine et le pentasulfure de potassium en pulvérisations fréquentes.

(1) *C. R. Acad. Agr.*, XVII, p. 465-470, 1931.
(2) *Bull. Soc. Ent. France*, 1931, p. 283.

Le Ceroplaste de Floride (*Ceroplastes floridensis* Comst.), dont la présence en France a été sigalée par Balachowsky en 1930 (1), est actuellement réparti dans notre pays sur toute la côte de Provence, de Marseille à Nice. C'est un Insecte qui paraît originaire des régions chaudes de l'Amérique, mais qui est maintenant répandu dans la plupart des pays tropicaux ou subtropicaux du globe. Dans le bassin méditerranéen, on ne le connaissait qu'en Egypte et en Palestine. Le *Ceroplastes floridensis* n'a qu'une génération sur la Côte d'Azur où sa biologie a été étudiée à la Station de Zoologie agricole d'Antibes au cours des années 1930-1931. C'est une Cochenille polyphage assez voisine du Ceroplaste du Figuier (*C. rusci* L.) et du Ceroplaste de Chine (*C. sinensis* del Guercio) qui tous deux sont répandus notamment sur notre littoral méditerranéen. On le rencontre sur les Lauriers, les Aurantiacées, le Néflier du Japon, les Pittosporum, les Fusains du Japon, les Kakis. Les traitements doivent être faits peu après la sortie des larves, du 1er juillet au 1er septembre : les émulsion faibles d'huiles de vaseline en pulvérisations ont été recommandées.

La présence en France sur les Fraisiers d'une espèce de Puceron qui ne paraissait connue jusqu'ici qu'en Amérique, l'*Aphis Forbesi* Weed., a été signalée par Pussard (2). Cet insecte a attiré l'attention dans la région lyonnaise dès 1928. Il provoqua le dépérissement et le dessèchement progressif des Fraisiers. Pendant la belle saison, d'avril à octobre, *Aphis Forbesi* se multiplie par reproduction parthénogénétique, les colonies se localisant sur les jeunes feuilles qui sortent de la rosette ; dans la seconde quinzaine de mars apparaissent des femelles ailées vivipares qui émigrent sur de nouveaux pieds de Fraisiers ; il en résulte qu'en juin les dégâts ont tendance à s'intensifier. Vers la fin d'octobre, apparaissent les sexués, mâles et femelles aptères. Les œufs d'hiver déposés par les femelles fécondées paraissent être seuls dans la région lyonnaise à passer l'hiver : ils sont d'un noir brillant, déposés sur les pétioles et parfois à la face inférieure du limbe des feuilles dans le feutrage des poils. L'éclosion des fondatrices issues de ces œufs a lieu dans les derniers jours de mars. Il importe de fixer la répartition de cette espèce dans notre pays en raison du préjudice qu'elle peut porter à la culture du Fraisier.

On note de divers côtés les progrès de l'acclimatation de l'*Aphelinus mali* parasite du Puceron lanigère (3) ; on le signale même dans des endroits paraissant éloignés des foyers de dispersion primitifs ; tel est par exemple le cas pour Lunel (Hérault) où il a été trouvé en très grand nombre [Poitiers].

(1) Balachowsky. — Le Ceroplaste de Floride (*Petite Revue agricole et horticole*, 26 avril 1931.)

(2) *Revue de Pathol. vég. et d'Entom. agric.*, XVIII, p. 174-179, 1931.

(3) *Revue des Agriculteurs de France*, avril 1931, p. 133.

Sur les Pommiers et Poiriers, les *Calocoris* sont toujours abondants et font avorter ou déforment les fruits en les dépréciant dans la région d'Honfleur (Calvados).

La Mouche des cerises (*Rhagoletis cerasi* L.) a occasionné ses dommages habituels et nécessité en diverses régions le refus de certificats pour l'exportation à l'étranger.

L'aggravation des dégâts causés par la Mouche des fruits (*Ceratitis capitata*) se confirme pour diverses régions méridionales. Dans la vallée du Rhône elle s'est attaquée principalement aux pêches tardives : mais les larves ont été observées également dans les poires des fruitiers au cours de l'hiver. Cette Mouche, signalée depuis peu d'années dans le Sud-Ouest de la France, y apparaît maintenant comme très répandue ; on note cette année sa présence et ses dégâts dans la Gironde, le Lot-et-Garonne, le Tarn-et-Garonne (Moissac), la Haute-Garonne (Saint-Gaudens). Son attaque se manifeste partout sur les pêches tardives. Dans le Midi, le *Ceratitis capitata* se montre particulièrement abondant et nuisible dans les Pyrénées-Orientales ; il fait aussi de sérieux dégâts dans les plantations de Pêchers des Alpes-Maritimes, du Var, de Vaucluse, de l'Aude (Cannes, Minervois, Sallèles), de l'Hérault (régions de Paulhan, Saint-André, Sangouis). Il est répandu dans les Bouches-du-Rhône ; on le rencontre dans les Basses-Alpes (Manosque), le Rhône, et l'Ardèche. D'après les renseignements communiqués par M. R. Poutiers pour la région méridionale, il attaque d'abord les abricots (juin) ; les pêches précoces n'en souffrent guère ; mais une forte attaque sévit sur les pêches à maturité tardive, dès la fin de juillet et pendant les mois d'août et septembre. A ce moment de nombreux fruits sont attaqués (poires, pommes, kakis, figues, etc.) et même des baies d'arbres ornementaux tel que *Bumelia lycioides* à Antibes. Les adultes de *Ceratitis* éclosent aussi en décembre sur la Côte d'Azur : pourtant l'attaque sur les oranges et les mandarines ne semble pas avoir été constatée pour cette région ; par contre de nombreuses oranges d'Espagne et d'Algérie sont arrivées fortement véreuses à Marseille dans le cours de l'année 1931 [R. Poutiers].

En dehors du ramassage et de la destruction des fruits véreux, on a commencé à appliquer contre le *Ceratitis* une méthode pratiquée depuis quelque temps déjà en Espagne et en Italie et qui consiste à suspendre dans les arbres, de juillet à octobre, des pièges en verre spécialement fabriqués et connus sous le nom de gobe-mouches ou mosqueros ; ces pièges sont appâtés avec une substance attractive mais non toxique ; ils sont fort analogues à ceux qui sont couramment employés pour la destruction des mouches domestiques. Très utilisés, notamment à Valence (Espagne), pour défendre la production des oranges, ces pièges ont 13 centimètres de haut, 12 centimètres à la base, 2 centimètres de diamètre à l'orifice inférieur par

lequel entrent les mouches. Les premiers essais ont été faits en France par M. Poutiers à Cabanes (Bouches-du-Rhône) avec le gobe-mouches ordinaire de maison et en se servant comme mélange attractif de bière diluée et acétifiée (bière 5, acide acétique 2, eau 93). Cent gobe-mouches ainsi préparés ont été disposés en les accrochant dans les arbres dans une plantation de Pêchers. Les résultats furent encourageants et les captures de *Ceratitis* furent abondantes pendant le mois d'août ; il y a lieu pourtant de compter pour l'avenir sur des résultats bien meilleurs encore et des expériences seront faites sur une plus grande échelle, pendant l'année 1932. Il conviendra notamment d'essayer l'eau de son (recoupe) fermentée qui est employée à Valence avec grand succès. Des essais ont été faits aussi dans la même direction par M. Joessel (Station d'Avignon) en collaboration avec M. Poutiers.

Les Cerisiers, dans la vallée de la Durance, ont été fortement attaqués, au mois de juin et en août, par la Tenthrède limace (*Eriocampoïdes limacina*).

Le Nématode, *Aphelenchus fragariae* Ritz-Bos., qui était connu en Angleterre comme déterminant sur le Fraisier des déformations en chou-fleur, a été trouvé en Normandie sur Fraisier des quatre saisons et sur une variété de Fraisier remontante à gros fruit dite « Louis Gauthier » (1).

Comme Traité général concernant les ennemis des arbres fruitiers et de la Vigne, il importe de rappeler l'édition en 1931 d'un livre appelé à rendre de grands services à l'arboriculture fruitière, celui de A. Paillot : « Les Insectes nuisibles des Vergers et de la Vigne » (Paris, G. Doin et C°).

L'organisation de la lutte contre les parasites des arbres fruitiers a fait d'importants progrès dûs pour une bonne partie à M. Paillot, directeur de la Station entomologique du Sud-Est (Saint-Genis-Laval) (2). D'autres régions fruitières du Centre, du Midi et de la Normandie (vallée de l'Eure, région de Honfleur, etc.) commencent aussi à s'organiser pour les traitements. Des groupements se constituent pour la défense des arbres et certaines Sociétés traitent à forfait. Des démonstrations nombreuses ont été faites dans toutes ces régions, mais surtout dans les parties fruitières du Sud-Est.

(1) D'après E.-M. Noury (*Revue de Path. vég. et d'Entom. agric.*, XVIII, p. 241-242, 1931.)

(2) Garcin. — L'organisation de la lutte contre les parasites des arbres fruitiers (*C. R. Acad. Agric. France*, XVII, p. 132, 1931.

Paillot (A.). — Le traitement méthodique et rationnel des arbres fruitiers dans la région lyonnaise et les régions limitrophes (*C. R. Acad. Agric. France*, XVII, p. 951-954, 1931.)

Vigne

Dans la plupart des vignobles qui ont eu tant à souffrir autrefois des Microlépidoptères de la Vigne (Cochylis, Eudémis, Pyrale), ces Insectes sont depuis quelques années en forte décroissance, c'est ce que l'on constate notamment dans l'Hérault, le Var, les Bouches-du-Rhône, le Gard, dans la plus grande étendue de la vallée du Rhône et des vignobles du Sud-Ouest. Dans les Pyrénées-Orientales, on a encore plus ou moins à se plaindre des dégâts de l'Eudémis.

En Champagne, le préjudice causé reste par contre très important. Le deuxième vol de la Cochylis a été particulièrement intense en 1931 . les prises aux pièges alimentaires n'auraient même jamais été aussi considérables ; à la fin d'août les chenilles de deuxième génération infligèrent de très sérieux dégâts. Dans la même région, la Pyrale paraît également en voie d'extension et dans les vignobles de la Marne (Côte Blanche, Ay, etc.) on a encore recours pour la combattre aux applications hivernales de liquides arsenicaux (pyralion, etc.) et même aux échaudages. Des dégâts assez importants causés par la Cochylis ou par l'Eudémis ont été aussi signalés dans la vallée de la Loire, dans le Jura et le Lot-et-Garonne.

Des essais de destruction de l'Eudémis au moyen des rayons ultra-violets ont été effectués dans la région d'Angers par MM. Moreau et Vinet (1). Ils ont employé à cet effet de grands pièges lumineux construits en vue de l'utilisation de ces radiations. Bien que les résultats aient été négatifs, les auteurs estiment qu'on ne peut préjuger de ceux que l'on obtiendrait avec d'autres Insectes à vol nocturne tels que la Cochylis, ou bien encore en se servant de feux à éclipse, au lieu de feux fixes.

Un Sphingide, le *Deilephila lineata livornica*, est apparu en grand nombre dans divers vignobles méridionaux. Les dégâts ont surtout été notés en juin dans le Var, l'Aude, le Tarn, les Landes, l'Ariège et la Haute-Garonne. Dans ce dernier département, les cultures de chasselas ont eu surtout à souffrir. Ce papillon a remonté cette année jusque dans le Centre et, en dehors des Vignes, s'est attaqué à diverses cultures et en particulier au Sarrasin (voir p. 8).

Dans le Gard, des invasions de *Chelonia caja* furent signalées en divers points.

La Cochenille rouge de la Vigne (*Pulvinaria vitis*) a été, comme en 1930, très abondante en de nombreux points de la région méridionale et notamment dans la région d'Avignon.

(1) *C. R. Acad. Agr.*, XVIII, p. 292-297, 1931.

Une invasion de *Barbitistes Berengueri* Mayet a été signalée dans les Maures et l'Esterel (Les Adrets, Cogolin, Garde, Freinet).

Arbres forestiers et arbres d'alignement

Pour la première fois en France, on a constaté en 1931 une invasion de la Nonne (*Lymantria monacha* L.). D'après les renseignements communiqués par M. Hubault (Ecole des Eaux et Forêts de Nancy), elle se manifesta sous la forme d'un foyer limité à une dizaine d'hectares, mais d'une violence extrême, dans la forêt communale de Beaufort, en Savoie (1). Le massif attaqué est une jeune futaie trop serrée d'Epicéas mélangés à quelques Sapins, sur un versant exposé au Nord. Les arbres furent entièrement dépouillés de leurs aiguilles par des chenilles innombrables dont beaucoup finirent par mourir de faim au centre de la tache. A la fin d'août, les derniers papillons disparurent : la destruction des pontes fut alors pratiquée aussi complètement que possible et toute la tache contaminée fut exploitée à blanc, de façon à réduire le plus possible les risques pour 1932. Il est certain pourtant que des papillons et des pontes ont échappé à la destruction, principalement sur le pourtour du massif contaminé. En présence de cette invasion, il y a lieu de se rappeler que la Nonne, qui a une prédilection marquée pour les plantations d'Epicéas, n'est pas pourtant normalement un insecte caractéristique de cette essence : c'est au contraire un Insecte de la forêt feuillue du climat tempéré et il s'attaque aux massifs d'Epicéas artificiellement introduits dans cette aire. Les Epicéas en haute montagne, dans leurs stations naturelles, seraient donc à l'abri des invasions de la Nonne ou tout au moins peu attaqués (2).

La pullulation du *Lymantria dispar* dans le Finistère paraît enrayée, malgré une reprise de l'invasion signalée au printemps dans la région de Hanvec.

Le Processionnaire du pin (*Taumatopoea pityocampa* Schiff.) s'est présentée en assez larges taches aux environs de Marseille.

Une grave invasion de deux Tortricides (*Cacoecia murinana* Hbn. et *Steganoptycha rufimitrana* H. S.) s'étend sur les Sapins pectinés dans les Vosges alsaciennes. D'après M. Hubault, qui nous a transmis des renseignements détaillés à ce sujet, les attaques commencèrent en 1925 dans la région de Guebwiller et dans la basse vallée de Münster. Depuis lors, elles n'ont

(1) Voir : Hubault. — Chronique entomologique (*Revue des Eaux et Forêts*, octobre 1931.)

(2) Wilke (cité par Hubault). — (*Arbeit. aus d. biol. Reichanst. für Land. u. Forstw.*, xviii, p. 583, 1931.)

cessé de s'étendre vers l'Ouest et surtout vers le Nord : l'été dernier, presque toutes les sapinières alsaciennes de faible et moyenne altitudes de Guebwiller à la vallée de la Bruche (Schirmeck) étaient atteintes. Il y a deux ans, dans une inspection de Colmar, mille mètres cubes de bois durent être exploités par anticipation. L'ampleur de l'attaque rappelle donc celle des grandes invasions de ces deux Insectes en Moravie et en Bohême dans le dernier quart du XIX[e] siècle (1). Dans le cas présent, *Cacoecia murinana* paraît surtout abondant et cause la plus grande partie des dégâts. Différents moyens de lutte ont été envisagés et notamment les poudrages d'arséniate de chaux par avions ; mais les difficultés que présente l'organisation de la lutte sur des peuplements de montagne ont fait échouer jusqu'ici les tentatives.

Le *Cossus terebra*, que l'on connaissait surtout d'Allemagne, mais que l'on avait aussi rencontré dans le Tyrol, en Russie et en Sibérie, a été signalé dans les Alpes françaises, particulièrement en Oisans (2). Vers 1.650 mètres les troncs de *Populus tremula* et de *Betulus alba* peuvent être très abondamment perforés par les chenilles de ces Insectes.

Il y a lieu de mentionner une très forte attaque de *Saperda populnea* dans les plantations de Peupliers de la Marne. D'autre part, dans l'Indre, de nombreux propriétaires ont vu leurs plantations gravement compromises par cet Insecte. L'un d'eux signalait que sur 1.000 jeunes Peupliers, il avait à peine pu sauver 25 sujets. On ne peut conseiller, en cas d'invasion de la Saperde, que le ramassage des adultes aussitôt après leur apparition, c'est-à-dire en mai. Le sectionnement des galles avant l'hiver peut être aussi pratiqué.

L'attaque des *Lyctus linearis* dans les bois de charpente et en particulier dans les lames de parquet a donné lieu à des plaintes nombreuses. Une brochure a été éditée par les soins de la Commission des bois (Ministère de l'Agriculture).

M. Regnier, à propos de la maladie des Peupliers, signale les rapports étroits qui existent entre les chancres des rameaux et les piqûres de certains Homoptères tels que les Aphrophores.

A la Station d'essais de semences l'attention a été attirée sur un échantillon de graines de *Pseudotsuga Douglasi* provenant de la Basse Autriche et qui était attaqué par un Hyménoptère Chalcidien non encore signalé en France, le *Megastimus spermotrophus* Wacht (3). Il importe d'empêcher la diffusion dans notre pays de cet Insecte spécifique pour les *Pseudotsuga*. On

(1) Wachtl (A.). — Die Weisstannen Triebwickler (*Mitteil. aus d. forstl. Versuchsw. Oesterr.*, Vienne, 1882.)

(2) H. Berthet. — (*Bull. Soc. Entom. de Fr.*, 1931, p. 76-78.)

(3) Vayssière. — Apparition en France du *Megastigmus spermotrophus* Walker. (*Revue de Path. vég. et d'Entom. agric.*, XVIII, p. 180-186, 1931.)

a conseillé d'exposer les graines attaquées à une température de 52° à 54°, pendant 10 à 15 minutes en hiver, époque à laquelle apparaissent les adultes.

Les plantations d'Osier de la Basse-Loire sont parasitées depuis quelques années par une Cécidomyie (*Rhabdophaga heterobia* H. Löw) qui cause un grave préjudice en arrêtant la croissance des rameaux. Les bourgeons attaqués sont déformés en forme de rosettes qui contiennent les larves grégaires et orangées de cet Insecte. Une étude sur cette Cécidomyie a été récemment publiée en Angleterre par Barnes (*Journal of the Min. of Agric.*, april, 1929). Les déformations causées y sont désignées sous le nom de « Button top » of Basket willows. D'après cet auteur, 2 générations se succèdent au cours de l'année. Dans la Loire-Inférieure, on en aurait compté jusqu'à 3. Les générations chevauchent l'une sur l'autre, ce qui complique la lutte contre cet Insecte.

Le *R. heterobia*, outre les bourgeons terminaux, peut attaquer et déformer les chatons mâles. Diverses espèces de Saules sont susceptibles d'être atteintes (*Salix aurita, amygdalina, caprea, fragilis, purpurea, repens, triandra*) ; il se peut que certaines de ces espèces soient plus attaquées que d'autres; il y aurait lieu de faire des observations complémentaires sur ce point. Jusqu'ici, dans la Loire-Inférieure, la variété *triandra*, que les osiériculteurs de la région considèrent comme la meilleure du pays, semble avoir été presqu'exclusivement attaquée.

D'après Barnes, la seule époque de l'année où l'on puisse intervenir pratiquement contre cet Insecte serait la fin de septembre et le mois d'octobre, à un moment où tous les insectes sont à l'état de larves dans les bourgeons et où il n'y a plus de Cécidomyies au vol. Il faudrait alors faire couper les baguettes d'osier le plus tôt possible et si l'on est forcé de les entreposer sur les terrains, désinfecter par épandage d'insecticides sur le sol tous les endroits où les bottes ont été entassées. Les larves ne tardent pas en effet à quitter les bourgeons lorsque les baguettes ont été coupées et s'enfoncent assez superficiellement dans le sol. Tous les emplacements correspondant aux dépôts de bottes d'osier constituent ainsi des foyers d'infection, s'ils ne sont pas traités. Il en est de même des fosses remplies d'eau dans lesquelles on peut immerger les osiers coupés ; leurs parois, un peu au-dessus du niveau d'eau peuvent être aussi envahies par les larves qui donnent des Cécidomyies au printemps, si elles ne sont pas détruites.

Cultures méridionales

La production d'olives des régions littorales de la Méditerranée (Alpes-Maritimes, Var et Corse) a eu sérieusement à souffrir des attaques du *Dacus oleae*. D'autre part, on a noté également une forte multiplication de cette

Mouche dans la plaine de Salon (Bouches-du-Rhône). Des essais de traitement ont lieu depuis trois ans en Corse par la méthode arsenicale Berlese. En 1929 et 1930, environ 35.000 Oliviers furent traités en Balagne (Corse) et en 1931 environ 8.000 Oliviers furent soumis au traitement dans la région de Bonifacio. Les résultats n'ont été que partiels : la difficulté d'approvisionnement en eau, la rareté de la main-d'œuvre compliquent d'ailleurs singulièrement les traitements [R. Poutiers].

La troisième génération de la Teigne de l'Olivier (*Prays oleellus* F.) a provoqué dans la Drôme une chute relativement abondante d'olives, diminuant encore la récolte déjà très précaire.

Bien que les anciens foyers de Fourmi d'Argentine ne se soient pas beaucoup étendus en surface, quelques foyers secondaires ont pourtant été constatés, notamment au Trayas (Var), où un Syndicat de défense s'est constitué pour organiser la lutte. Il a été noté d'autres part qu'une Fourmi indigène le *Lasius alienus*, se signalant par sa multiplication dans la région de Marseille, peut, comme la Fourmi d'Argentine, causer un préjudice aux habitants et aux cultures [Poutiers].

Cultures florales

On a noté en 1931 d'importants dégâts causés par des larves d'Otiorrhynches parmi les bulbes de Cyclamens et certaines Primevères cultivées en serres aux environs de Paris (1). Il s'agissait de l'*Otiorrhynchus rugosostriatus* Goeze, connu par les dégâts que fait l'Insecte parfait en découpant sur le pourtour du limbe les feuilles de Rosiers et de *Rubus*. L'espèce se reproduit par parthénogénèse thélytoque, les mâles faisant défaut. La naphtaline incorporée à la terre au moment du rempotage a donné des résultats satisfaisants.

L'extension des foyers de l'*Icerya purchasi* sur la côte basque (Basses-Pyrénées) se confirme et un nouveau foyer sur les Mimosas est signalé à Hendaye. La multiplication de la Cochenille se trouve heureusement limitée par le *Novius cardinalis*, dont les colonies ont été établies à Biarritz, à Bayonne et à Anglet, grâce à des envois faits par l'Insectarium d'Antibes.

Les attaques d'un Diptère, le *Merodon geniculatus* Strohl, sur les bulbes des Amaryllis ont été signalées en Algérie (2).

L'Anguillule de l'Hortensia continue à faire des dégâts sérieux sur les plantes forcées en serre.

(1) Hardouin (Robert). — Matériaux d'éthologie concernant l'*Otiorrynchus rugosostriatus* Goeze (*Bull. Soc. Entom. de France*, 1931, p. 179.)

(2) *Moniteur intern. de la production des plantes*, Rome, décembre 1931, p. 213.

Hannetons

L'année 1931, d'après le cycle triennal, était une année à Hannetons. Pourtant, d'une façon générale, ils sont apparus en quantité notablement moins grande qu'en 1928. Dans l'Aisne, l'Union des Syndicats de défense a subventionné (à raison de 25 centimes le kilo ramassé) les syndicats de hannetonnage communaux ou cantonnaux. Le tonnage récolté a été nettement inférieur à celui de 1928.

Sauterelles

En Corse, les Criquets marocains ont envahi le Sud et l'Est de l'île. Ils ont été combattus à l'aide de son mélassé arsénié distribué par les soins de la Fédération départementale des Syndicats de lutte contre les ennemis des cultures.

Les renseignements de la dernière campagne antiacridienne en Algérie ont été résumés dans une communication de M. Trinchieri publiée dans le numéro de juin 1931 du *Moniteur international de la Protection des Plantes*.

Vers et Mollusques

Voir cultures potagères et florales pour les Nématodes. — Les Limaces ont fait de très importants dégâts au printemps et en automne sur les jeunes semis de céréales et dans la plupart des cultures en Bretagne et dans la région parisienne. D'importantes surfaces ont dû être réensemencées.

Vertébrés nuisibles

Des dégâts causés par les Campagnols ont été signalés dans les départements suivants : Ardennes, Somme, Oise, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Marne, Savoie, Isère, Loiret, Indre. Suivant les régions, la lutte a été organisée au moyen des virus, des arsenicaux ou de la noix vomique.

Le Campagnol souterrain (*Pitymys subterraneus*) s'est montré nuisible dans les jardins et la banlieue de Rouen [Regnier]. Dans les Alpes, le Campagnol de Sherman (*Arvicola Shermani*) a causé de gros dégâts dans les pâturages, surtout en s'attaquant aux plants forestiers pendant l'hiver.

Les composés de thallium, aux points de vue pharmacologique et de leur emploi pour la destruction des Rongeurs, en particulier des Rats, ont donné lieu à une étude documentée du Département de l'Agriculture des Etats-

Unis (1). Leur utilisation n'est pas sans danger et exige de grandes précautions.

Les Hamsters (*Cricetus frumentarius*) sont toujours très nombreux dans la plaine d'Alsace et le préjudice qu'ils causent peut être apprécié par les provisions de grains souvent importantes (quelques kilos) qui se trouvent dans leurs terriers, ainsi que par les épis qu'ils coupent et qui jonchent le sol. A condition d'être employés proportionnellement à la taille des terriers, parfois très grands, le cyanogas (cyanure de calcium), le sulfure de carbone, le tétrachlorure de carbone se sont montrés efficaces [Station de Colmar].

L'attention a été attirée par la Ligue nationale de lutte contre les ennemis des cultures sur les dégâts croissants causés par les Sangliers et, dans sa réunion du 19 février 1931, la Ligue a émis un vœu tendant à faire prendre des dispositions efficaces en vue de la destruction de ces animaux et de la réparation, vis-à-vis des cultivateurs, du préjudice causé ; le Bulletin agricole donne à cet égard un compte rendu critique de notre législation. Il est à noter que, pour une partie de notre territoire, en Alsace-Lorraine, une loi du 27 juillet 1925 a organisé, pourdonner satisfaction aux cultivateurs, un mode spécial de réparation par le moyen d'une caisse syndicale alimentée par les cotisations des chasseurs en forêt.

En Normandie, dans l'Oise et autres départements du Nord et de l'Est, les Freux ont commis de gros dégâts dans les semailles pendant l'hiver 1930-1931. Un arrêté a été pris par le Préfet de la Seine-Inférieure pour l'empoisonnement des Freux adultes avec la Pica corvicide (strychnine) ; des destructions importantes ont été ainsi opérées. Une lutte générale a été aussi organisée dans l'Oise.

Les Becs croisés, si nombreux l'année précédente dans le Nord-Ouest, n'ont pas fait de nouvelle apparition en 1931.

III. — MALADIES NON PARASITAIRES ET MALADIES CAUSÉES PAR DES PARASITES VÉGÉTAUX

Situation météorologique en 1931

Nous extrayons ce qui suit de « La Météorologie 1931 ; Résumé du Temps en France » (Communications de l'Office National Météorologique) :

En janvier, la température moyenne est supérieure à la normale sur

(1) James (C.) Munch and James Silver. — The pharmacology of Thallium and its use in rodent control (*U. S. D. A. Technical Bulletin*, N° 238, 28 pages, 1931.)

tout le territoire, sauf en quelques points isolés où elle en est d'ailleurs très voisine. L'excès dépasse 1° dans toute la moitié septentrionale du pays et le quart Sud-Est du territoire et est même supérieure à 2° en Alsace.

Les précipitations sont inférieures à la normale dans le quart Sud-Est du pays, voisines de la normale dans le Centre et en excédent partout ailleurs; elles dépassent le double de la normale dans une large bande de territoire s'étendant de chaque côté du cours inférieur de la Seine ainsi qu'en Franche-Comté et sur les côtes landaises.

Des chutes de neige fréquentes ont affecté le pays au milieu du mois et ont été surtout abondantes dans la moitié Est de la France, où elles ont repris en fin de mois.

La fréquence des pluies en ce mois a eu de funestes conséquences.

Dans l'ensemble, la végétation des céréales est fort en retard et se présente d'une manière très inégale. Les blés sont envahis par les mauvaises herbes.

En février, la température moyenne est voisine de la normale dans le quart Nord-Ouest de la France : un peu supérieure à cette normale sur les côtes bretonnes et normandes, elle lui est légèrement inférieure dans les régions Nord, Parisienne et Ouest.

Partout ailleurs, sauf en Alsace et dans le Languedoc, le déficit de température par rapport à la normale dépasse 1° et est même supérieure à 2° dans une bande de territoire s'étendant transversalement du Bordelais jusqu'à la frontière suisse.

Les précipitations sont inférieures à la normale dans le quart Sud-Est de la France : partout ailleurs, elles lui sont supérieures et elles dépassent même le double de la normale d'une part dans le Sud-Ouest, d'autre part dans le Maine et la Normandie.

Les chutes de neige, fréquentes sur tout le territoire, se répartissent en deux périodes principales : du 1er au 7 et du 13 au 19 ; elles affectent principalement le Nord-Est, l'Est et le Massif Central.

Dans la région parisienne, en particulier, mars 1931 va être le 18e mois d'une période pluvieuse pour ainsi dire ininterrompue.

De nombreuses pièces ensemencées en céréales sont clairsemées ; il en est d'autres où la levée n'a pas eu lieu en raison de la pourriture du grain et qui seront à refaire entièrement. De plus, les terres emblavées commencent à être salies par les mauvaises herbes. On signale cependant que les Blés faits au début de la campagne dans les terres saines du Nord et du Centre de la France sont plutôt satisfaisants.

En mars, la température moyenne ne s'écarte de la normale que de quelques dixièmes de degrés sur une grande partie du territoire. Elle est, en général, inférieure à cette normale au nord d'une ligne allant sensiblement de Brest à Nice, mais le déficit ne dépasse 1° que dans le Nord Est

et une partie du Nord ; il atteint même 2° et jusqu'à 3° en Alsace. Au sud de cette ligne, la température surpasse la normale ; l'excès n'étant supérieur à 1° que dans l'Angoumois, ainsi que dans les parties les plus méridionales des régions Sud et Sud-Ouest.

Les précipitations sont nettement inférieures à la normale dans le quart Nord-Est de la France et la région parisienne, voisines de la normale dans le Centre et la plus grande partie du Nord-Ouest, supérieures à la normale sur les côtes bretonnes de l'Atlantique, dans le quart Sud-Ouest du pays et la vallée de la Saône ; elles dépassent le double de la normale à l'extrémité de la Bretagne, dans la vallée supérieure de la Garonne, le Roussillon et le Languedoc.

Les chutes de neige sont fréquentes pendant la première décade en toutes régions, sauf en Bretagne où on n'en observe guère que le 7 et dans les régions méridionales où il n'en tombe que le 10 en quelques points. A partir du 13, il n'en est plus signalé, tout au moins à basse altitude.

Certains des Blés mis en terre de bonne heure à l'automne dernier présentent un aspect satisfaisant, tandis que ceux semés dans des sols mal drainés, où l'humidité est restée stagnante, inspirent des craintes que l'application d'engrais convenablement choisis arrivera peut-être à dissiper.

En avril, la température moyenne est inférieure à la normale sur la presque totalité du territoire, exception faite seulement pour les côtes normandes et le Roussillon où elle lui est légèrement supérieure. Le déficit est le plus souvent supérieur à 1° et dépasse même 2° dans certaines parties du Nord-Est et du Sud-Est. Le nombre de jours de gelées sous abri est cependant peu important et varie, en général, de 1 à 5.

Les précipitations sont supérieures à la normale dans la moitié septentrionale de la France et dans le voisinage du Golfe de Gascogne, où elles atteignent en moyenne une fois et demi cette normale ; elle sse rapprochent de la normale dans le Centre et lui sont inférieures dans le Massif Central, le Sud et le Sud-Est : sur une partie du littoral méditerranéen, les hauteurs d'eau recueillies ne représentent même pas le quart de la moyenne. Des chutes de neige ont eu lieu du 17 au 20.

Aussi bien par la fréquence et l'abondance des précipitations dans nos régions septentrionales que par l'abaissement sensible des températures du 13 au 23, qui a été accompagné de neige du 17 au 20, le mois d'avril 1931 s'est montré moins favorable à la culture que le précédent.

En mai, en Bretagne, dans le Sud-Ouest et le Sud-Est, la température moyenne est très légèrement inférieure à la normale. Partout ailleurs, elle lui est supérieure ; l'excès dépasse 1° dans le quart Nord-Est de la France et atteint même 2° et plus en Alsace, en Lorraine et dans les régions avoisinantes. On ne signale dans tout le cours de ce mois que de rares et faibles gelées sous abri, qui se sont produites le 1er mai.

Les précipitations ne sont inférieures à la normale qu'en Vendée et dans la Bretagne méridionale, sur les côtes du Languedoc et du Roussillon et en quelques points du Massif Central. Les hauteurs de pluie sont supérieures au double de la normale dans tout le bassin de la Seine et le bassin moyen de la Loire. Au Parc Saint-Maur, il a été recueilli 157 mm. de pluie, soit plus du triple de la moyenne ; cette hauteur d'eau est la plus élevée qui soit encore tombée en mai en ce point, et on n'y avait jamais noté, pour ce mois, un total de pluies ayant atteint 100 mm.

Les précipitations abondantes de ce mois succédant à celles des mois précédents ont eu, en général, des conséquences fâcheuses au point de vue agricole, bien que dans certaines terres qui n'étaient pas trop compactes cette eau ait facilité les façons culturales.

Les Blés et les céréales d'automne ont souvent jauni dans les sols compacts et froids par suite de l'excès d'eau. En terres fortes, des céréales de printemps ont également souffert de l'humidité persistante. Sous l'influence de cette humidité, les mauvaises herbes, et en particulier les sanves, se sont abondamment développées.

En juin, à l'exception de la Bretagne septentrionale et du Cotentin, ainsi que d'une partie de la région Nord, la température moyenne est partout en France supérieure à la normale. Dans la moitié méridionale du pays, l'excès par rapport à cette normale dépasse légèrement 1° et atteint plus de 2° dans une vaste zone s'étendant du Languedoc et du Roussillon jusqu'aux cours moyens de la Loire et de la Saône.

Les précipitations sont déficitaires dans toutes les régions, sauf à l'extrême pointe de la Bretagne. Dans le Maine, sur le littoral de la Charente et des Landes, ainsi que dans le Sud, les hauteurs de pluie tombées ne représentent même pas le quart de la normale.

L'excès de la température par rapport à la normale et le déficit pluviométrique ont constitué, dans l'ensemble, de bonnes conditions au point de vue agricole, bien qu'en fin de mois certaines cultures aient commencé à être influencées défavorablement par la raréfaction des pluies.

Les Blés se sont beaucoup améliorés, surtout au cours de la deuxième quinzaine, mais dans les terrains humides, il existe de nombreux vides.

En juillet, la température moyenne a été, en toutes régions, inférieure à la normale, sauf sur une étroite bande du littoral méditerranéen où elle a été sensiblement normale. Sur la plus grande partie de la France, le déficit de température a oscillé entre 1° et 2° ; il a surpassé 2° dans l'Angoumois et le Bordelais.

Les précipitations sont déficitaires dans les régions méridionales et n'atteignent même pas le quart de la normale au voisinage des côtes de la Méditerranée ; elles sont voisines de la normale dans le bassin moyen de la Loire, la Normandie et une partie du Nord de la France ; partout ailleurs

elles sont en excédent et dépassent même le double de la normale en quelques points, notamment sur les côtes de l'Atlantique.

Les températures relativement basses de ce mois et surtout les précipitations fréquentes et abondantes dans une grande partie du pays ont constitué, au point de vue agricole, des conditions météorologiques beaucoup moins favorables que celles du mois précédent.

En août, la température moyenne a été en toutes régions inférieure à la normale, le déficit étant compris entre 1 et 2° dans la plus grande partie de la France : ce déficit a même dépassé 2° dans une partie du Centre et du Sud-Ouest ainsi que dans la région Est.

A l'exception des régions méditerranéennes et du Massif Central où les pluies recueillies ont été voisines de la normale, la pluviosité du mois d'août a été partout en très fort excédent. Dans une grande partie du pays, les précipitations ont dépassé le double de la normale : dans l'Ouest et la région parisienne, elle ont atteint le triple et même par endroit le quadruple de la normale.

L'abondance anormale des pluies et un manque d'insolation tout à fait exceptionnel ont constitué des conditions météorologiques extrêmement mauvaises au point de vue agricole.

En septembre, la température moyenne a été, en toutes régions, très inférieure à la normale. Le déficit est compris entre 2 et 3° dans les régions septentrionales, entre 3 et 4° dans une large bande de territoire s'étendant des côtes landaises aux frontières suisse et italienne.

Des gelées sous abri ont été observées le 24 et le 25 dans l'Est et le Massif Central. A ces mêmes dates, les thermomètres placés à l'air libre à quelques centimètres au-dessus du sol ont marqué, dans un grand nombre de régions, des températures très basses pour la saison : 0°4 à Grasse ; — 2°7 à Lyon ; — 3° à Tours et Angoulême ; — 3°8 à Beauvais ; — 4°3 à Verrières-le-Buisson (Seine-et-Oise) ; — 5° à Bergerac.

La pluviosité a été très déficitaire dans la moitié septentrionale et le Centre de de la France ; aux alentours de la région parisienne, les hauteurs d'eau recueillies ont à peine atteint par places le quart de la normale. Les pluies ont, au contraire, dépassé sensiblement la normale dans une partie du Sud-Ouest et du Sud-Est, où, par endroits,, elles en ont presque atteint le double.

En octobre, la température moyenne a été, dans l'ensemble, voisine de la normale, l'excédent de température de la première quinzaine ayant sensiblement compensé le déficit de la seconde. Seule, une partie des régions du Nord et de l'Est a eu une température inférieure à la normale de plus de 1°. Du 26 au 28,, les gelées ont été particulièrement importantes.

La pluviosité a été très déficitaire dans toute la France, sauf dans le Sud-Est où les hauteurs d'eau recueillies ont dépassé quelque peu la normale. La sécheresse a été surtout accentuée dans le Nord de la Bretagne et

le Cotentin, ainsi que dans une partie du Centre et du Sud-Ouest où on a recueilli moins du quart des quantités d'eau normales. Quelques chutes de neige ont été signalées du 26 au 29 dans l'Est et le Massif Central.

La sécheresse relative et la forte insolation du mois d'octobre ont constitué d'excellentes conditions météorologiques pour la culture.

En novembre, la température moyenne a été, sur tout le territoire, très supérieure à la normale. Dans le quart Sud-Est et une partie du Nord-Ouest, l'excès par rapport à la normale a dépassé généralement 2°.

Quelques gelées, peu importantes pour la saison, se sont produites du 1er au 2 et du 17 au 22.

La pluviosité a été déficitaire dans une partie du Nord et du Nord-Est : elle a été voisine de la normale dans le Nord-Ouest, la région parisienne et l'Est ; elle a été en excédent dans l'Ouest et la moitié méridionale du pays. En certaines parties des côtes de l'Atlantique, du bassin supérieur de la Garonne et des régions méditerranéennes, les hauteurs d'eau recueillies ont dépassé le double de la moyenne.

Aucune chute de neige n'a été signalée, au moins dans les régions à faible altitude.

La température douce de ce mois et ses pluies modérées, tout au moins dans les régions septentrionales, ont constitué des conditions météorologiques favorables à la culture.

En décembre, la température moyenne a été supérieure à la normale de plus de 1° sur une partie du littoral de la Manche. Elle a été voisine de la normale, d'une part dans toutes les région ssituées au nord de la Loire, et d'autre part au voisinage des côtes du Roussillon et de la Provence. Par contre, la température a été nettement déficitaire dans l'Est, le Centre et le Sud-Ouest : dans le bassin de la Garonne, le déficit a été supérieur à 2° et il a même dépassé 3° dans le Bordelais. Il en a été de même dans les Bouches-du-Rhône. Ce déficit est dû principalement aux fortes gelées ayant caractérisé la dernière décade du mois, et qui, du 21 au 26, ont affecté surtout les régions méridionales, tandis que le 31 elles atteignaient l'Est.

La pluviosité a été voisine de la normale dans une partie de la moitié Est de la France. Les précipitations ont été, au contraire, nettement déficitaires dans toute la moitié Ouest et le Sud-Est ; sur le littoral méditerranéen, elles n'ont même pas atteint le quart de la normale.

Les principales chutes de Neige ont été observées, d'abord du 18 au 20, et ensuite du 29 au 31 : pendant la première de ces périodes, elles ont été surtout importantes dans l'Est et le Massif Central, alors qu'en fin de mois ce sont l'Est et le Nord qui ont été les plus atteints : le 30, la couche de neige atteignait 16 cm. à Epinal.

Accidents déterminés par le froid

Gelées de printemps. — Les gelées de mars déterminent quelques dégâts dans les Côtes-du-Nord. En Saône-et-Loire, le brusque abaissement de température du 11 mars (— 16°5) exerce des dégâts chez certains pieds de Vigne (*Vitis vinifera* L.) du Chalonnais. Les cépages blancs, situés en plaine, sont particulièrement éprouvés. Certains ceps sont tués (1).

A Cibeins (Ain), Marcaire (2) enregistre des dégâts occasionnés par les gelées du 10 au 11 mars (— 17°). Ce froid rigoureux fait suite à une période humide, relativement douce ; il détruit la majeure partie des boutons floraux et endommage la Vigne. Les divers cépages ne sont pas également atteints : le Gamay est peu éprouvé ; le cinquième des bourgeons de l'Aligoté est gelé ; un dixième des yeux du Chardonnay est grillé. Dans les variétés sérieusement atteintes, les bourgeons principaux ne sont pas les seuls à souffrir du froid ; aucune repousse issue des bourgeons secondaires ne se manifeste.

Le 20 avril, se produisent des abaissements de température qui exercent des dommages dans diverses parties de la France, notamment dans le Midi où les arbres fruitiers et la Vigne sont éprouvés. Dans la moyenne et la basse vallée du Rhône, les dégâts sont sérieux. Le mal va en croissant du Nord au Sud. Le Vaucluse est assez éprouvé, notamment sur les bords du fleuve, et dans les îles. Mais les dégâts sont plus importants dans la région de Tarascon (Bouches-du-Rhône) et de Beaucaire (Gard). Sont sérieusement atteints les vignobles de la Camargue, ceux situés entre Beaucaire et Nîmes ainsi qu'entre cette ville et le Vidourle. L'Hérault n'est que peu éprouvé (3, 4, 5). Les méfaits des gelées d'avril sont signalés dans la Lozère et en Haute-Saône, où les Cerisiers sont atteints dans la région de Fougerolles.

Dans la Drôme, l'assez forte gelée du 20 avril détruit les pousses des jeunes plants de Vigne. Les arbres fruitiers (Abricotiers, Amandiers, Pêchers, Cerisiers, Pruniers, Pommiers, Poiriers, Noyers) sont atteints ; les Mûriers sont particulièrement éprouvés (6).

(1) A. D... — Situation du Vignoble en Saône-et-Loire, Mâconnais, Chalonnais (*Revue de Viticulture*, t. LXXIV, n° 1930, p. 415, 25 juin 1931.)

(2) Marcaire (A.). — Aperçu de l'état du Vignoble de l'Ecole d'Agriculture de Cibeins (Ain). (*Revue de Viticulture*, t. LXXV, n° 1933, p. 46, 16 juillet 1931.)

(3) A. — Actualités (*Revue de Viticulture*, t. LXXIV, n° 1921, p. 272, Paris, 23 avril 1931.)

(4) E. F... — Actualités. Situation viticole et vinicole en Languedoc (*Revue de Viticulture*, t. XXIV, n° 1923, p. 302, 7 mai 1931.)

(5) F. G... — Vignoble de Camargue (*Revue de Viticulture*, t. LXXIV, n° 1929, p. 400, 18 juin 1931.)

(6) Bonnet (Dr.). — Situation dans la Drôme (*Revue de Viticulture*, T. LXXIV, n° 1928, pp. 382,383, 11 juin 1931.)

Dans le Vaucluse, le 19 avril, gelée blanche, vis-à-vis de laquelle la preservation est assurée par les fumées (plaine de Thor). Le 20 avril, gelée à glace, par courant d'air froid, qui n'atteint que certains points (1).

Gelées d'Automne. — Le 24 septembre, une gelée blanche assez forte se manifeste dans le Centre, l'Est, le Midi de la France. Dans le Midi, cet abaissement de température a, d'après Ravaz, pour effet de griller les feuilles des Vignes, vendangées, dont l'aoûtement est déjà complet. Les dégâts sont donc nuls. Dans les Vignobles plus septentrionaux, qui portent encore leurs raisins, la maturation de ceux-ci est arrêtée et ralentie. Si, grâce au sucre qu'elles contiennent, les baies gèlent difficilement, il n'en est pas de même des pédoncules et pédicelles, toujours plus ou moins herbacées. L'altération, qu'ils subissent sous l'action du froid, entraîne le flétrissement de la grappe. Dans le cas où la maturité est incomplète, le jus se concentre, devient plus sucré, mais aussi très acide, très vert : dans le cas où la maturité est totale, le flétrissement est accompagné d'une augmentation de l'acidité (2, 3, 4).

Accidents météorologiques

Accidents déterminés par un excès d'humidité. — Les pluies de janvier déterminent dans les cultures des Landes un excès d'humidité, qui éprouve les Céréales et notamment le Blé. Les plantes jaunissent.

En février, aussi bien qu'en mars, de trop nombreux Blés de la région parisienne et de l'Ouest, souffrent d'une humidité excessive. Les pluies de mai déterminent un jaunissement dans de nombreuses pièces de Céréales déjà plus ou moins gorgées d'eau et affectent certaines cultures maraîchères de la Somme. En juin, on constate une amélioration des Blés, qui avaient été précédemment affectés par l'humidité, celle-ci éprouve, au cours de l'été, les Vignobles autres que celui du Midi.

Accidents déterminés par un excès de sécheresse. — L. Ravaz (5) déclare que la sécheresse a sévi dans la région méditerranéenne. Les Vignes situées en terres peu profondes, argileuses et se fendillant facilement, ou enher-

(1) Zacharewicz. — Situation du vignoble vauclusien (*Revue de Viticulture*, T. LXXIV, n° 1928, p. 383, 11 juin 1931.)

(2) X... — Les gelées printanières (*Progrès agricole et viticole*, T. XVC, n° 17, p. 393, Montpellier, 26 avril 1931.)

(3) Ravaz (L.). — Chronique. Les gelées (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 18, p. 414, Montpellier, 3 mai 1931.)

(4) Ravaz (L.). — Chronique. Les gelées (*Progrès agricole et viticole*, T. IVC, n° 40, pp. 321-322, Montpellier, 4 octobre 1931.)

(5) Ravaz (L.). — Chronique. Sécheresse (*Progrès agricole et viticole*, T. IVC, n° 35, pp. 201-203, Montpellier, 30 août 1931.)

bées, présentent des feuilles recroquevillées et des grappes dont des grapillons, porteurs de grains qui n'ont pu grossir, ni mûrir, se sont repliés vers l'axe central. Les Vignobles dont le sol est bien meuble ont mieux résisté à la sécheresse que ceux qui sont mal cultivés. Les Vignes sur fil de fer ont été moins éprouvées que celles non palissées.

Céréales

1° *Rouilles des Céréales* (*Puccinia glumarum* (Schm.) Er. et Henn ; *P. triticina* Erriks ; *P. graminis* Pers.). — Au Centre Agronomique de Versailles, le *P. glumarum* apparaît le 27 mars sur Blé *Triticum sativum* Lamk.) ; une période chaude à rosée abondante, 6 au 14 avril, ainsi que des journées pluvieuses (15 au 18) permettent aux urédospores de *P. glumarum* de germer et déterminent ainsi une extension des foyers (18 au 20 avril) ; ensuite, survient un temps d'arrêt (20-28 avril). Les journées humides du 24 avril au 1er mai expliquent sans doute l'extension rapide qui se manifeste à partir du 29, et celle-ci, grâce à des conditions qui se sont maintenues favorables, assure une très large diffusion du *Puccinia glumarum* le 15 mai. Entre l'apparition de cette Urédinée et sa généralisation, il se sera écoulé un mois et demi, dans le cas du semis du 1er octobre 1930 ; 20 jours en ce qui concerne le second (22 novembre 1930), et 10 relativement au troisième (16 mars 1931).

Le *P. triticina* apparaît le 14 juin sur Blé d'Alsace 22 ; il attaque ensuite rapidement la plupart des autres variétés, si bien que le 17 juin, la Rouille brune est en voie de généralisation. Sur le second semis, le *P. triticina* apparaît le 10 juin et acquiert une extension générale le 18 juin. Sur le troisième semis, le *P. triticina* est observé pour la première fois le 20 juin. Il semble que ce soit à l'action combinée de deux facteurs : chaleur (qui sévit du 9 au 17 juin) et humidité (qui se manifeste du 17 au 19 juin) que soit due la grande extension de *P. triticina*.

Le *P. graminis* apparaît le 24 juin et fournit le 8 juillet une attaque générale. La période chaude et sèche du 20 juin au 3 juillet n'aura donc pas empêché l'éclosion de cette Rouille.

Au Centre Agronomique d'Alsace à Colmar, le *P. glumarum* ne fournit que de rares pustules au printemps. Les premiers sores de *P. triticina* sont notés le 10 juin. Ils sont disséminés sur les feuilles. Le champignon qui paraissait devoir prendre une grande extension cesse bientôt d'évoluer. Le temps froid qui règne ensuite est-il cause de cet arrêt ? Les premières pustules de *P. graminis* sont isolées le 23 juin. Au cours d'un mois de juillet froid et pluvieux, cette urédinée se développe rapidement et cause de sérieux dégâts.

Au Centre Agronomique de Clermont-Ferrand, *P. glumarum* et *P. triticina* se développent d'ailleurs très faiblement durant l'hiver. *P. glumarum* acquiert une réelle activité en avril et mai, mais ne se généralise qu'à la fin de ce mois. Son extension prend fin au cours des fortes chaleurs, qui règnent en juin. Son développement est, somme toute, moindre qu'en 1930. L'attaque fournie par *P. triticina* est plus faible que celle déterminée par *P. glumarum* et ne porte que sur le sommet des tiges. Le *P. graminis* est noté aux dates suivantes : écidies sur Epine vinette (*Berberis vulgaris* L.), le 1 mai ; urédospores sur Blé le 5 juin. La généralisation se produit vers le 15 juin. L'attaque se poursuit jusqu'à maturité qui, fort heureusement, est assez hâtive.

A la Station de Saint-Julien-en-Genevois (Haute-Savoie), le *P. glumarum* n'est pas observé, tandis que le *P. triticina* se manifeste sur les trois feuilles basses, vers la fin juin ou au début de juillet.

Des rapports des Directeurs des Services agricoles peuvent être tirés les renseignement suivants : la Rouille sévit en avril dans l'Ille-et-Vilaine ; en mai, dans l'Oise, le Morbihan, l'Yonne, la Loire, le Tarn, le Gard ; en juin, dans l'Oise, l'Aisne, l'Orne, le Morbihan, la Marne, les Vosges, l'Yonne, l'Ardèche, le Gard ; en juillet, dans l'Oise, la Sarthe, la Côte-d'Or, l'Ille-et-Vilaine, l'Indre, l'Yonne, l'Aube, la Meurthe-et-Moselle, la Meuse, l'Ain, les Basses-Alpes, la Haute-Loire, la Lozère ; en août, dans le Nord. Il est vraisemblable que la plupart des cas de Rouille signalés au printemps sont dus au *P. glumarum*, tandis que ceux mentionnés en été sont attribuables au *P. graminis*.

Les constatations qu'il a pu faire dans la région de Dijon, au cours de l'année 1930, amènent Crépin à étudier les conditions prédisposantes et la résistance spécifique au *P. graminis* (1, 2).

2° *Carie* (*Tilletia Caries* Tul.). — Des attaques sont signalées dans l'Yonne, les Vosges, l'Ain, la Lozère.

3° *Charbons* (*Ustilago Tritici* (Pers.) Jens). — Le Charbon sévit sur Blé dans l'Aisne (où les Blés de printemps sont particulièrement atteints) ; dans l'Oise, l'Orne, le Loiret, la Meurthe-et-Moselle, les Vosges, l'Ain. Dans l'Yonne, les attaques de Charbon sont bénignes. Peyrière (3) étudie la sensibilité au Charbon du Blé.

Ustilago Avenae (Pers.) Jens. Ce Charbon attaque quelques panicules

(1) Crépin (C.) — Note sur la Rouille noire (*C. R. Académie d'Agriculture*, T. xvii, n° 22, pp. 736-739, 1er juillet 1931.)

(2) Crépin (C.). — Note sur la Rouille noire (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. n° 2, pp. 29-30, 11 juillet 1931.)

(3) Peyrière (Y.). — Note sur le Charbon du Blé (*Progrès agricole et viticole*, T. xc, n° 29, pp. 67-68, Montpellier, 19 juillet 1931.)

d'Avoine (*Avena sativa* L.) dans le Morbihan ; est assez fréquent en Seine-et-Oise, aussi bien qu'en Meurthe-et-Moselle.

4° *Piétins.* — L'*Ophiobolus graminis Sacc.* attaque de nombreux Blés dans la région parisienne. Son importance est plus grande que celle qu'il avait en 1930. Par contre, le *Cercosporella herpotrichoides* Fron, sévit moins fortement qu'il ne l'avait fait au cours de l'année précédente.

Nous recevons des Blés attaqués : 1° par *Ophiobolus graminis*, du Nord, de la Gironde, du Gers ; 2° par *Cercosporella herpotrichoides*, du Gers ; 3° par le *Wojnowicia graminis* (Mac Alpine) Sacc. et D. Sacc., du Haut-Rhin et du Gers.

Des attaques de Piétin sont signalées en mai dans le Tarn (où forte invasion), en juin dans l'Oise (où la maladie est très répandue), dans le Loiret et la Marne (où le Piétin est plutôt rare); dans le Cher (où une attaque forme échaudage, sévit dans presque tout le département et exerce de grands dégâts) ; dans les Vosges (où le mal est d'une faible importance) ; en juillet, dans l'Aisne (où un peu de Piétin échaudage atteint les Blés tardifs) ; dans les Landes (où le Piétin verse sévit par place) ; dans l'Eure (où se manifestent quelques attaques localisées de Piétin verse) ; dans l'Ille-et-Vilaine (où le Piétin Verse est particulièrement intense) ; en Meurthe-et-Moselle (où la maladie est peu importante) ; dans l'Ain (où un peu de Piétin existe sur les Blés traités à l'acide sulfurique eux-mêmes).

H. Gendré (1) constate en Ille-et-Vilaine une attaque exceptionnellement forte. Jusqu'à 20 pour cent d'échaudage, entraînant une perte d'environ trois quintaux par hectare. Le Piétin échaudage serait d'ailleurs plus abondant que le Piétin verse. L'attaque sévirait dans tous les terrains, quelle que soit la nature, la profondeur de ceux-ci ; quelle que soit aussi la date du semis. Aucune variété n'est indemne. Aucune différence ne se manifeste au point de vue du degré de sensibilité. Le Blé est peu atteint en sol tassé. Il est au contraire très attaqué dans tous les cas où le terrain est peu dense Un traitement par l'acide sulfurique aurait donné de bons résultats.

Cultures industrielles

Betterave (Beta vulgaris L.). — 1° Mosaïque : La Mosaïque de la Betterave est assez répandue aux environs de Paris, aussi bien que dans le Nord.

2° *La Maladie du Cœur* est signalée dans le Valois (Oise). La Direction des Services agricoles l'attribue à une préparation insuffisante du sol.

3° *Le Phoma Betae* (Oud.) Frank est moins répandu que le *Cercospora*

(1) Gendré (H.). — A propos des Piétins du Blé (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. II, n° 36, pp. 197-198, 5 septembre 1931.)

beticola, mais est cependant assez fréquent. Nous l'observons à Versailles.

4° *Cercosporiose* (*Cercospora beticola* Sacc.). — Cette maladie est constatée dans toute la région betteravière du Nord ou du bassin parisien, où elle est souvent localisée par foyers. Les plus anciens de ceux-ci sont souvent situés dans les bas-fonds. Ce champignon existe en septembre à Versailles sur Betterave Géante blanche.

5° *Ramulariose* (*Ramularia Betae* E. Rostrup). — Cette maladie se rencontre à Versailles en septembre sur Betterave Géante blanche.

6° *Rouille* (*Uromyces Betae* (Pers. Kühn). — Cette rouille est très répandue en septembre et octobre dans les régions betteravières. Ses dégâts sont relativement peu importants.

Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). — 1° *Maladies dites de dégénérescence*. — Ces maladies sont signalées dans plusieurs départements. Elles sont l'objet d'observations effectuées tant à Versailles qu'à Toulon-sur-Arroux (Saône-et-Loire) et que dans le Forez (Loire) (voir p. 96). Plusieurs travaux sont consacrés aux maladies de dégénérescence de la Pomme de terre (1, 2, 3, 4, 5, 6).

2° *Mildiou* (*Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary). — La maladie est signalée en juin dans les départements suivants : Côtes-du-Nord, Morbihan, Seine-et-Oise (17 juin à Versailles, où les premiers foyers ont précédé de plus d'un mois la généralisation de la maladie). En juillet, le *Phytophthora infestans* s'étend en Bretagne, ainsi qu'aux environs de Paris ; on constate son existence dans le Nord (où l'attaque est violente), dans l'Aisne, dans la Meuse (où la maladie débute), dans la Haute-Saône, dans le Loiret, en Saône-et-Loire (où l'invasion est notée à la fin du mois à la Boulaye), dans l'Ain (où le *Phytophthora infestans* n'a encore acquis qu'une faible extension), dans la Gironde (15 juillet à Bordeaux). Dans toutes celles des régions de France où le mois d'août est pluvieux, les attaques se généra-

(1) Costantin (J.), Lebard (P.) et Magrou (J.). — Influence du séjour en montagne sur la productivité de la Pomme de terre (*C. R. Académie des Sciences*, T. cxciii, n° 20, pp. 902-906, 16 novembre 1931.)

(2) Costantin (J.). — Dégénérescence climatérique chez la Pomme de Terre (*C. R. Académie des Sciences*, T. cxciv, n° 8, pp. 674-677, 22 février 1932.)

(3) Jaguenaud (G.). — Recherches sur la dégénérescence de la Pomme de terre (*C. R. Académie Agriculture*, T. xvii, n° 10, pp. 318-322, 1931.)

(4) Jaguenaud (G.). — Sur l'influence de la nature du sol et des radiations sur la dégénérescence de la Pomme de terre (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 12, pp. 282-283. Montpellier, 22 mars 1931.

(5) Lebard. — Influence de l'altitude sur la tubérisation de la Pomme de terre. Existence d'un optimum altitudinal (*C. R. Académie des Sciences*, T. cxciv, n° 2, pp. 199-201, 11 janvier 1932.)

(6) Winberg (O.). — La Pomme de terre et sa dégénérescence (*Journal Agriculture Pratique*, T. ii, n° 46, pp. 396-398, 1931.)

lisent et s'intensifient : Nord, Seine-et-Oise, Seine-Inférieure, Ille-et-Vilaine, Morbihan, Loire-Inférieure, Charente, Orne, Mayenne, Sarthe, Indre-et-Loire, Loiret, Haute-Marne, Ardennes, Meuse, Meurthe-et-Moselle, Bas-Rhin (le 2 août dans la plaine, le 6 août à Russ), Haut-Rhin (Colmar 10 août), Moselle, Haute-Savoie (8 et 10 août, à Saint-Julien-en-Génevois), Allier, Haute-Loire, Creuse. Dans la Gironde, la maladie se généralise en août sur les variétés tardives. L'invasion est assez faible dans le Lot-et-Garonne. Signalées dès l'été dans certains départements (Nord, Morbihan, Mayenne, Seine-et-Oise, Indre-et-Loire, Meuse, Jura, Allier), les attaques suivies de pourriture du tubercule sont très fréquentes en septembre, bien que le temps redevienne sec pendant une partie du mois (Côts-du-Nord, Morbihan, Seine-Inférieure, Sarthe), Mayenne, Seine-et-Oise, Ardennes, Côte-d'Or, Loire, Aveyron). Dans la Loire (Monts du Forez), où la maladie ne débute qu'à la fin d'août et ne sévit qu'assez faiblement en septembre, elle occasionne cependant beaucoup de pourriture du tubercule.

Des notations sur l'intensité d'attaque, chez les diverses variétés de Pomme de terre sont effectuées à Versailles, à Toulon-sur-Arroux (Saône-et-Loire) et dans divers départements où des observations sont conduites sous la direction de M. Cabaud.

A Versailles, sont attaquées les espèces suivantes de *Solanum* : *S. Caldasii*, *S. commersonii*, *S. ovigeum*, *S. laciniatum* ; cette dernière est très gravement envahie ; les attaques sur tige s'y accompagnent d'une rupture de cet organe (au niveau de la lésion). *Solanum demissum* reste indemne. Trop rarement effectués, les traitements cupriques donnent de bons résultats (1).

3° *Rhizoctone* (*Hypochnus* (*Corticium*) *Solani* Prillieux et Delacroix). — Dans le Nord, invasion généralisée dans certains champs. M. Bretenoux tente une description de la maladie (2).

4° *Verticilliose* (*Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold). — Cette maladie est signalée en Lozère.

5° *Maladie verruqueuse* (*Synchytrium endobioticum* (Schilb. Perc.). — Un très petit foyer est découvert à Brumath (Bas-Rhin) ; la tache de la Vallée de la Bruche s'est étendue jusqu'à la commune d'Urmatt (Bas-Rhin), dont trois des champs se trouvent envahis. On verra, d'autre part, les résultats obtenus au champ d'expériences de Russ (v. p. 67). Lequertier expose l'état de la question de la maladie verruqueuse (3).

(1) Lavallée (P.). — Préparation de bouillies pour combattre le Mildiou de la Pomme de terre (*L'Agriculture nouvelle*, n° 1592, p. 454, Paris, 8 août 1931.)

(2) Bretenoux. — Le Rhizoctone de la Pomme de terre (*Journal Agriculture Pratique*. T. II, n° 45, pp. 369-370, 1931.)

(3) Lequertier (R.). — La galle verruqueuse de la Pomme de terre (*L'Agriculture nouvelle*, n° 1595, p. 559, Paris, 25 septembre 1931.)

Tabac (Nicotiana Tabacum L.). — 1° *Maladies à virus :* Dans les plantations du Sud-Ouest s'observent les Mosaïques et la Maladie des taches en anneau (Ring-spot), laquelle existe aussi en Alsace.

2° *Maladie du Feu sauvage* (*Bacterium tabacum* Wolf. et Foster). — En Alsace, la maladie apparaît au début de juillet, et son attaque tend à se généraliser à toutes les plantations. Mais, elle reste localisée sur les feuilles de base, qui sont plus ou moins atteintes suivant les régions. Somme toute, malgré la pluie, le mal ne prend pas une grande extension ; le froid paraît en avoir entravé le développement.

Dans le Sud-Ouest (Lot-et-Garonne, Gironde, Lot), où la température est plus élevée, la maladie acquiert au cours d'un été pluvieux, une intensité tout à fait inusitée. Les dégâts sont si considérables que la récolte de certains champs est presque détruite. Les pertes sont énormes.

G. Nicolas (1) isole de Tabacs récoltés au Mas d'Agenais (Lot-et-Garonne) et présentant l'aspect du « feu sauvage » une bactérie qui diffère dans une certaine mesure du *Bacterium tabacum*.

A Versailles, les attaques de *Bacterium tabacum* se manifestent avec une grande intensité pendant tout l'été et l'automne. Le *Nicotiana rustica* L. lui-même est atteint.

3° *Maladies à Sclerotes* (*Sclerotinia Libertiana* Fuckel.). — Ce champignon détermine des dégâts en Alsace, dans les couches à semis.

4° *Rhizoctone* (*Hypochnus* [*Rhizoctonia*) *Solani* Prill. et Delacr.). — Ce parasite attaque les jeunes semis en Alsace.

5° Le *Pythium ultimum* Trow. a été isolé des couches à semis sises en Alsace.

Houblons (*Humulus lupulus*). — *Mildiou* (*Pseudoperonospora Humuli* Miy. et Tak). — En Alsace, la maladie se développe faiblement en juin. Les taches qu'elle détermine restent alors localisées. Peu de pousses deviennent spiciformes. Une seconde attaque, qui se produit durant la floraison, déprécie fortement les cônes. Etant données les conditions économiques, peu de personnes traitent. Celles qui, sous l'impulsion du Dr Burr ou de la Station agronomique de Colmar, font des pulvérisations en temps voulu, arrivent à préserver leur récolte.

A Versailles, à de rares pousses spiciformes apparues dès le 4 mai, succède une très forte attaque de *Pseudoperonospora Humuli*, qui se développe sur les feuilles durant tout l'été. Seule ,la variété « Fuggles » se révèle indemne, confirmation nouvelle d'une immunité reconnue depuis 1929. Certain des rougissements de cône observés en septembre et octobre ne résultent pas d'une attaque par *P. Humuli*.

(1) Nicolas (G.). — Une maladie du Tabac dans le Lot-et-Garonne (*Bulletin de la Société Botanique de France*, T. LXXVIII, n° 7, 8, pp. 422-425, juillet-octobre 1931.)

Gibbereella Saubinetii (Mont.) Sacc. se rencontre assez souvent sur les débris de lianes de l'année précédente. Prenant naissance sur la souche même qui porte celles-ci, de jeunes pousses restent parfaitement saines et vigoureuses.

Cultures potagères

Crucifères. — *Hernie* (*Plasmodiophora Brassicae* Woronin). — D'importants dégâts exercés par ce parasite sont signalés en septembre dans les plantations de Choux (*Brassica oleracea Botrytis* D. C.) de Saint-Pol-de-Léon (Finistère) et dans les cultures de Choux de Metzeral (Haut-Rhin). — Nous recevons en octobre de Cherbourg (Manche) des choux atteints de Hernie.

Mildiou (*Peronospora parasitica* (Pers.) Tul). — A Versailles, les premières attaques sont notées le 23 mai sur Choux rouges gros. En juin, sont signalés en Bretagne d'importants dégâts portant sur 100.000 choux. Cette maladie sévirait depuis deux ans dans cette contrée.

Pourriture à Sclérotes (*Sclerotinia Libertiana* Fuckel.). — Des Choux attaqués par ce parasite nous sont adressés le 15 avril de Montbrison (Loire) par Cubaynes.

Ombellifères. — *Mildiou* (*Plasmopara nivea* (Unger) Schroet.). — Alors que cette espèce existe dès le 10 mai en abondance sur *Anthriscus silvestris* Hoff., dans le Parc extérieur de Versailles, elle n'est observée que le 15 septembre sur les Panais (*Pastinaca sativa* L.) cultivés au Centre Agronomique.

Septoriose (*Septoria Apii* (Br. et Cav.) Rostr.). — Au Centre Agronomique, ce parasite apparaît sur Céleri (*Apium graveolens* L.) aux dates suivantes : le 5 septembre sur la variété Pascal blanc, le 15 septembre sur la v. Violet de Tours.

Rhizoctone violet (*Rhizoctonia violacea* (D. C.) Tul). — Au Centre Agronomique de Versailles, quelques attaques sont notées le 25 septembre sur Carotte (*Daucus Carota* L.) rouge courte à Châssis.

Légumineuses. — *Mildiou* (*Peronospora Pisi* Sydow). — Au centre Agronomique, cette péronosporacée attaque à partir de fin mai les Pois (*Pisum sativum* L.), variété à longue cosse et Prince Albert. Les dégâts sont insignifiants.

Blanc (*Erysiphe Polygoni* D. C.). — Cette espèce est très répandue en fin de saison sur toutes les variétés de Pois réunies au Centre Agronomique.

Pourriture à Sclérotes (*Sclerotinia Libertiana* Fuckel.). — Du Gers, nous parviennent en mai des Fèves (*Vicia Faba* L.) attaquées par ce champignon.

Anthracnose du Pois (*Ascochyta Pisi* Lib.). — Au Centre Agronomique de Versailles, le parasite attaque en mai les Pois, en juin les Lentilles (*Ervum lens* L.), dont il dessèche les feuilles. Somme toute, les dégâts déterminés par *Ascochyta Pisi* Lib. sont de faible importance.

Anthracnose du Haricot (*Colletotrichum Lindemuthianum* (Sacc.) Magnus). — Au Centre Agronomique de Versailles, les premières attaques se manifestent vers la mi-juin. Elles seront particulièrement graves par la suite. Des 48 variétés de Haricots (*Phaseolus vulgaris* L.) expérimentées, seule la variété Nain abondant est peu atteinte. Des attaques sans importance sont constatées vers la mi-septembre. La variété Flageolet blanc extra est la plus maltraitée. Les échantillons de la maladie nous parviennent en mai de l'Yonne, en juin de Meurthe-et-Moselle, en juillet du Cantal, en septembre de la Creuse.

Rouilles (*Uromyces Fabae* (Pers. de Bary). — Au Centre Agronomique de Versailles, en juin, très fortes attaques sur les diverses variétés de Fèves cultivées. La variété « Aguadulce » est particulièrement sensible.

Uromyces appendiculatus (Pers.) Lév. — Au Centre Agronomique de Versailles, des attaques, sans gravité, se produisent vers la mi-septembre sur Haricot ; elles portent surtout sur la variété Flageolet blanc.

Uromyces Pisi Wint. — Cette Rouille est très répandue à l'arrière-saison sur toutes les variétés de Pois réunies au Centre Agronomique de Versailles.

Graisse du Haricot. — Observée le 26 juin à Croissy (Seine-et-Oise), sur la variété Gloire de Vitry, cette maladie, dont l'étude se poursuit, est reconnue par la suite sur des échantillons provenant de la Loire (variété Surpasse-Empereur) et de Nosay (Seine-et-Oise) (variété Prodige de Courtry).

Rosacées. — Taches du Fraisier (*Sphaerella Fragariae* (Tul. Sacc.). — A Plougastel-Daoulas (Finistère) sévit sur Fraisier (*Fragaria vesca* L.) une forte attaque qui réduit les rendements. Au Centre Agronomique de Versailles, à la fin juin, la variété Saint-Antoine est très atteinte, alors que les variétés voisines, la Généreuse, Vicomtesse de Héricart de Thury, Monstrueuse Caennaise, Or du Rhin et Belle de Meaux sont indemnes ou peu affectées.

Pourriture des Fraises (*Phytophthora cactorum* (Cohn et Leb.) Schroeter). — Ce champignon, dont l'identification est obtenue après isolement, à partir du fruit, attaque en juin la variété Madame Moutot dans les cultures expérimentales du Centre Agronomique.

Solanacées. — Mildiou (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). — Au Centre Agronomique de Versailles, l'attaque de ce parasite est notée le

27 juillet sur Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) et sur Aubergine (*Solanum Melongena* L.) le 25 août. En août, le *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary sévit avec intensité sur Tomate. Des 22 variétés expérimentées aucune ne s'est montrée résistante. De toutes, Pierrette est le plus sensible. En août, des Tomates attaquées par le *Phytophthora infestans* nous parviennent du Doubs.

Anthracnose. (*Ascochyta hortorum* (Speg.) Sm.). — Au Centre Agronomique de Versailles, les premières attaques sont observées sur Tomate le 5 août. Aucune des variétés cultivées ne manifeste une résistance suffisante. Cependant, Merveille des Marchés se comporte relativement bien, tandis que Pierrette est très attaquée.

Pourriture du Collet de la Tomate. — Au Centre Agronomique de Versailles cette maladie existe à la fin juillet sur Tomate, en même temps que *Pythium artrotrogus* de Bary ; *Colletotrichum atramentarium* (Berk et Br.) Taub. (*Vermicularia varians* Ducomet) ; *Ascochyta hortorum* (Speg) Sm. ; *Hypochnus* (*Rhizoctonia*) *Solani* Prillieux et Delacroix.

Composées. — *Meunier* (*Bremia Lactucae* Regel). — Au Centre Agronomique, cette Péronosporacée apparaît à la fin mai sur Laitue (*Lactuca sativa* L.) et Artichauts (*Cynara Scolymus* L.). En juin, aucune des cent variétés de Laitue expérimentées n'est indemne. Les variétés Blonde d'été, la Préférée, Batavia blonde, Unique et Blonde Chavigné sont particulièrement atteintes. En août, nous parviennent de Seine-Inférieure des Artichauts attaqués par le *Bremia lactucae.*

Rouille blanche (*Cystopus Tragopogonis* (Pers.) Schroeter.). — Au Centre Agronomique de Versailles, ce champignon apparaît à la fin juin simultanément sur Salsifis (*Tragopogon perrifolius* L.) et sur Scorsonère (*Scorzonera hispanica* L.). Les différentes variétés de Salsifis misés en comparaison subissent des attaques de même ordre.

Pourriture à sclérotes (*Sclerotinia minor* Jagger). — Ce parasite est isolé en janvier et en avril de Scaroles (*Lactuca Scariola* (L.) et de Laitues originaires de la Loire et du Var.

Anthracnose (*Marssonina panattoniana* Berl.). — A Saint-Cyr (Seine-et-Oise) se manifestent en septembre d'importants dégâts sur Laitue Romaine.

Cucurbitacées. — *Nuile* (*Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth.). — Au Centre Agronomique de Versailles sévissent en août de fortes attaques sur Melon (*Cucumis Melo* L.) et Concombre (*Cucumis sativus* L.) Courges (*Cucurbita Pepo* D. .) et Potirons (*Cucurbita maxima* Dach.) voisins restent indemnes.

Chenopodiacées. — Une maladie des Epinards (*Spinacia oleracea* Mill.) provoquée par *Pythium ultimum* Trow, sévit durant toute la période de végétation des Epinards cultivés au Centre agronomique de Versailles. Sur les plantes montant à graines, l'affection se traduit par un nanisme et une abondance anormale des ramifications de la hampe florale. Dans divers centres où les Epinards sont l'objet d'une culture importante (environs de Paris, Saône-et-Loire), cette maladie n'acquiert qu'un faible développement durant l'automne 1931).

L'Heterosporium variabile Cke, provoque un jaunissement et la chute prématurée des feuilles des porte-graines.

Liliacées. — *Mildiou* (*Peronospora Schleideni* Ung.). — Au Centre Agronomique de Versailles, ce parasite apparaît le 22 juin sur Oignon (*Allium Cepa* L.) variété O. de Mulhouse. En août, on note une très forte attaque sur la variété Blanc très hâtif de la Reine. Situés au voisinage, les Oignons jaune paille des Vertus et Rouge pâle de Niort restent indemnes.

Cultures fourragères

Légumineuses. — *Chancre du Collet* (*Sclerotinia Trifoliorum* Erikss.). — Au Centre Agronomique de Versailles, se manifestent en septembre-octobre des chancres du collet sur *Lupinus spec* (*L. albus* L. ; *L. polyphyllus* Litdl ; *L. varius* L.).

Taches foliaires (*Pseudopeziza Medicaginis* (Lib.) Sacc.). — Au centre Agronomique s'observent, en août et septembre, d'assez fortes attaques sur Luzernes (*Medicago sativa* L.) de diverses provenances.

Blanc (*Erysiphe Polygoni* D. C.). — En juin, des diverses espèces de *Trifolium*, cultivées au Centre Agronomique de Versailles, seul le *Trifolium incarnatum* L. est fortement attaqué par *Erysiphe Polygoni*. Le même parasite est observé en août, sur *Trigonella foenum graecum* L. et *Lupinus luteus* L.

Maladie du Pied (*Thielaviopsis basicola* (Berk.) Ferraris). — Au centre Agronomique de Versailles, ce parasite se trouve souvent associé en septembre, octobre, aux chancres du collet du Lupin (*Lupinus* sp. : *L. albus* L. ; *L. polyphyllus* Lindl ; *L. varius* L.).

Rhizoctone violet (*Rhizoctonia violacea* (D. C.) Tul.). — Des taches déterminées par ce parasite sont constatées en juin dans l'Ardèche.

Rouille (*Uromyces Fabae* (Pers.) de Bary. — Au Centre Agronomique, cette Urédinée attaque fortement en septembre des cultures de Féveroles (*Vicia Faba* L. var. *Faba vulgaris equina* V. C.) F. de Printemps et F. d'hiver.

Cultures fruitières

A. *Arbres à Pépins* (Rosacées, Pomées).

1° *Tavelures* (*Venturia inaequalis* Aderh. et *Venturia pirina* Aderh.). — Les attaques de 1930 se traduisent par des craquelures sur tiges, qu'on peut observer en grand nombre en 1931 dans une foule de régions de notre Pays. Les Poiriers (*Pirus communis* L.) et Pommiers (*Pirus Malus* L.) subissent de fortes attaques de Tavelure dans les régions où la saison est pluvieuse. Fruits et rameaux de Poirier sont souvent sérieusement atteints. A Versailles, on constate de fortes attaques sur feuilles dans le cas du Pommier et sur fruit en ce qui concerne le Poirier (le Doyenné d'hiver est particulièrement atteint). Seul, le Poirier franc a des feuilles très attaquées. Dans la région d'Avignon, les attaques de Tavelure sont rares et bénignes même sur les arbres non traités. La récolte des fruits à Pépin, et, en particulier des Poires, est, dans l'ensemble nettement supérieure à la moyenne.

2° *Chancre* (*Nectria ditissima* Tul.). — Il n'est pas rare dans les vieilles plantations, sises en milieux humides.

3° *Monilia* (*Sclerotinia fructigena* Schroet; *Sclerotinia Linhartiana* Prillieux et Delacroix). — Le *S. fructigena* est assez répandu sur Pommes et Poires à l'arrière-saison ; dans la région de Paris, aussi bien que dans le Vaucluse. Aux environs d'Avignon, le *S. Linhartiana* n'occasionne que de faibles dégâts sur Cognassier (*Cydonia vulgaris* Willd.).

4° *Entomosporioses* (*Fabraea maculata* Atk (*Entomosporium maculatum* Lév.). — Une forte attaque est constatée sur Cognassier à Bischwir (Alsace). Ce champignon, qui, dans le Sud-Est, est, en année courante, très répandu sur les jeunes plants de Cognassier et de Poirier, ne prend qu'un assez faible développement dans les pépinières de cette région, et notamment dans celles de Cabannes (Bouches-du-Rhône).

5° *Blanc du Pommier* (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salmon). — Ce champignon, qui attaque surtout les jeunes plants de Pommier, ne prend pas un développement exceptionnel.

6° *Rouille grillagée* (*Gymnosporangium Sabinae* Vahl ; sous sa forme *Roestelia cancellata* Reb.). — Cette maladie s'observe par place sur Poirier.

B. *Arbres à noyaux* (*Rosacées amygdalées*).

1° *Cloque du Pêcher* (*Taphrina deformans* (Berk.) Tul). — Est fré-

quente au printemps dans la région de Paris sur Pêchers (*Persica vulgaris* Mill.). A Versailles, la Cloque sévit sérieusement sur des Pêchers de semis (âgés de trois ans) et sur des Pêchers demi-tiges qui n'ont pas été traités.

2° *Cloque du Prunier* (*Taphrina Pruni* (Fehl.) Tul.). — A Fazany, près Tonneins (Lot-et-Garonne), Mlle Gaudineau ne constate qu'un faible développement de la Cloque du Prunier (*Prunus domestica* L.).

3° *Monilia* (*Sclerotinia cinerea* Schroet ; *S. laxa* Aderhold et Ruhland ; *S. fructigena* Schroet). — Les Abricotiers (*Prunus Armeniaca* L.) sont, dans la plus grande partie de la Vallée du Rhône, assez sérieusement éprouvés par le *S. cinerea* qui attaque les rameaux et les fruits. A Caroub-le-Barroux (Vaucluse) et à Orgon (Bouches-du-Rhône), la récolte est très sensiblement diminuée du fait de la maladie. Sur des arbres préalablement débarrassés des fruits et rameaux desséchés par le parasite, l'application de deux traitements cupriques, le premier avant le départ de la végétation (10 au 15 février), le second du début du débourrement à la fin de la floraison (12 au 24 mars), assure, quelle que soit du reste la mixture employée (verdet, bouillie bordelaise, B. bourguignonne), une bonne préservation contre le *Monilia cinerea*, alors que les témoins sont fortement attaqués. Cette méthode qui donne donc des résultats satisfaisants, est prescrite par la Station d'Agronomie et de Pathologie Végétale d'Avignon (1). A Fazany, près Tonneins, Mlle Gaudineau constate de sérieuses attaques de *S. cinerea* sur Pêches et Prunes. Dans le Vaucluse, M. Joessel observe la fréquence du *Sclerotinia cinerea* sur cerises, pêches, prunes, et du *S. fructigena* sur pêches. Dans le Loiret, les cerises sont attaquées en assez grand nombre par le *S. cinerea*, auquel est parfois associé le *S. Fuckeliana* de Bary (1).

4° *Oïdium ou Blanc du Pêcher* (*Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lèv.). — Ce parasite attaque surtout les Pêchers en espalier. M. Joessel observe dans le Vaucluse quelques attaques de Blanc. Peut-être s'agit-il du *Sphaerotheca pannosa*.

5° *Coryneum* (*Clasterosporium carpophilum* (Lèv.) Aderhold). — La maladie est signalée dans la Drôme sur Pêcher. Dans la région d'Avignon, Pêcher et Abricotier sont relativement peu atteints. Un traitement effectué par M. Joessel sur l'Abricotier, quinze jours à trois semaines après la floraison, préserve presque complètement les fruits des attaques de *Clasterosporium carpophilum*. A Versailles, en juillet et août fortes attaques sur feuilles de Pêcher en espalier et en plein vent. Le Cerisier est sérieusement atteint dans le Var, peut-être à moindre degré dans l'Yonne et dans les Vosges.

6° *Rouille* (*Puccinia Pruni-spinosae* Pers.). — Contrairement à ce qui

(1) Joessel (P.-H.). — Etat actuel de l'organisation de la lutte contre les ennemis des arbres fruitiers dans la basse vallée du Rhône (*C. R. Acad. Agriculture*, T. XVIII, n° 4, pp. 116-121, 27 janvier 1932.)

s'est produit en 1930 dans la région d'Avignon, les attaques de cette Urédinée y sont peu redoutables en 1931. Au contraire, cette Rouille est assez abondante sur Prunier dans le Sud-Ouest.

7° *Dépérissements du Pêcher.* — Diverses catégories de dépérissement sont signalées. Certains de ces accidents relèvent de causes parasitaires bien définies ; c'est ainsi que c'est au *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl.) que doit être attribué un cas de dépérissement signalé à Melun (Seine-et-Marne). C'est ainsi aussi que certains champignons tels que le *Polyporus fulvus* Fr. qui pénètrent par les plaies de taille, précipitent le déclin de l'arbre. Mais les parasites ne sauraient être incriminés dans d'autres cas. C'est ainsi que Joëssel a, par exemple, établi que la forme imposée à l'arbre peut être rendue responsable de certains dépérissements dont le Pêcher est victime dans la vallée du Rhône. Ces accidents se manifestent avec une fréquence particulière dans le cas de dispositions en couronne ou en table encore si répandues en Provence. C'est encore une cause non parasitaire, plantation trop profonde, que J. Dufrenoy invoque pour expliquer certains dépérissements dont est victime le Pêcher, dans la région bordelaise.

Groseillier (Ribes). — *Oïdium brun (Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk). — La présence de cette maladie sur Groseillier à Maquereau (*Ribes Uva-Crispa* L.) est signalée en Meurthe-et-Moselle par Raybaud (Nancy) et dans le Haut-Rhin par Meneret et ses collaborateurs (Colmar).

Framboisier (Rubus Idaeus L.). — A Versailles, se produit une attaque marquée de l'Anthracnose (*Plectodiscella veneta* Bertholder = *Gloeosporium venetum* Speg).

Châtaignier (Castanea vesca L.)

Maladie de l'Encre (Phytophthora cambivora L. Petri). — La maladie est observée aux environs de la Réole (Gironde). J. Dufrenoy opère sur les arbres atteints des isolements du parasite.

Vigne

Affections physiologiques

Chlorose. — Elle se manifeste en juin dans la Marne, et s'atténue ensuite. Elle est répandue dans les Bouches-du-Rhône, où on la trouve même dans des sols où sa présence n'est justifiée ni par l'humidité (sécheresse prolongée), ni par le cépage, ni par le porte-greffe. Certaines Vignes

sont très éprouvées ; les pulvérisations de solutions de sulfate de fer ne donnent pas grands résultats. Dans le Var, la chlorose est signalée sur quelques ceps.

D'après L. Ravaz (1 à 4), la chlorose a, cette année, présenté une gravité exceptionnelle dans le Midi. Dans les régions méridionales, d'où la pluie a presque été absente, et où la température a été plutôt élevée au printemps, la végétation de la Vigne a été belle dans son ensemble, et cependant dans certains cas, la chlorose a été si accentuée qu'elle a abouti au Cottis. L. Ravaz constate du reste que les Vignes qui ont été badigeonnées à l'automne par du sulfate de fer sont restées très vertes.

En 1931, L. Ravaz met en évidence, chez des plantes épuisées en 1930 par la surproduction, un appauvrissement en potasse et en fer, accompagnée d'un enrichissement en magnésie et chaux, et d'un jaunissement du feuillage.

M. Armet (5) signale un cas de chlorose par manque de potasse. Celle-ci peut être utilement fournie à des vignes épuisées, mais généralement elle ne permet pas de combattre la chlorose ainsi qu'on peut le faire avec le sulfate de fer.

L. Ravaz fait remarquer que la chaux surabonde dans les vignes épuisées, qui, par la suite, jaunissent.

Contre la Chlorose, L. Ravaz conseille de traiter comme suit : tailler en octobre, mais non en septembre ; badigeonner toutes les plaies de taille, coursons ou longs bois, avec une solution de sulfate de fer à 30 ou 35 pour cent. Cette mixture peut également être appliquée par voie de pulvérisation.

Dans les Charentes, la Chlorose apparaît de bonne heure, en terrain calcaire, notamment en « Grande » et « Petite Champagne ». Elle y est sévère et tenace peut-être à cause du froid et de l'humidité d'un été pluvieux (6).

Rougeau. — Il est, d'après L. Ravaz (7), plus fréquent dans les Vignes

(1) Ravaz (L.). — Chronique. La Chlorose (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 24, p. 565. Montpellier, 14 juin 1931.)

(2) Ravaz (L.). — Chronique. La Chlorose (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 28, pp. 32-33. Montpellier, 12 juillet 1931.)

(3) Ravaz (L.). — Chronique. Potasse. Chaux et Chlorose (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 35, pp. 204-205, Montpellier, 30 août 1905.)

(4) Ravaz (L.). — Chronique. Chlorose, Flavescence, Rougeau (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 39, pp. 298-301, Montpellier, 27 septembre 1931.)

(5) Armet (H.). — Sur les causes de la chlorose (*Progrès agricole et viticole*, n° 39, pp. 303-304, Montpellier, 27 septembre 1931.)

(6) Vidal (J.-L.). — Actualités. Situation du Vignoble dans les Charentes (*Revue de Viticulture*, T. lxxv, n° 1942, p. 192, 17 septembre 1931.)

(7) Ravaz (L.). — Chronique. Le Rougeau (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 40, pp. 322-323, Montpellier, 4 octobre 1931.)

très vigoureuses plantées à 2 mètres en tous sens, que dans celles qui sont espacées de 1 m. 50 en tous sens et sont plus faibles.

Court-Noué. — Il serait resté stationnaire sans avoir constitué de foyers nouveaux, d'après Benes (1 à 6), qui attribue, on le sait, le Court-Noué à l'insuffisance de la chaux mise à la disposition de la plante. Certaines légumineuses, Vesce (*Vicia sp.*), Sainfoin (*Onobrychis sativa* Lamk.), viennent mal ou ne croissent pas dans les terrains assez pauvres en chaux pour que la Vigne se court-noue. Il peut être intéressant de tenir compte de cette corrélation.

C. Pradel (7) a observé du Court-Noué propremet dit ou court-noué purement physiologique.

Coulure. — Elle est signalée dans diverses parties du vignoble. Elle se manifeste notamment dans le Languedoc chez les Vignes trop vigoureuses (8).

Raisins flats — Sous ce nom, Lugan entend une affection qui se traduit par les symptômes suivants : la pellicule ne semble pas adhérer à la pulpe. La grappe brunit peu après avoir été cueillie. La pulpe est plus acide et moins sucrée que dans les cas normaux. Les raisins flats paraissent être produits par des vignes ayant donné une forte récolte et souffrant d'un déséquilibre alimentaire.

Coup d'ongle. — Il est caractérisé par l'éclatement du grain suivant une ligne passant par le point d'attache au pédicelle. Le « pinceau » devient brun et se détache du grain, tandis que la fente s'accuse en profondeur. Cette altération succède généralement à une pluie. Lugan a observé ces accidents sur des Raisins de Table (9).

(1) Benès (G.). — Contribution à l'étude sur le Court-Noué. Quelques rapprochements (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 9, pp. 204-207, Montpellier, 1er mars 1931.)

(2) Benès (G.). — Contribution à l'étude sur le Court-Noué. Quelques conditions qui paraissent rendre le sol apte à engendrer le Court-Noué. (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 19, pp. 444-446, Montpellier, 1er mars 1931.)

(3) Benès (G.). — Contribution à l'étude sur le Court-Noué (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 25, pp. 599, Montpellier, 21 juin 1931.)

(4) Benès (G.). — Le Court-Noué (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 30, pp. 91-92, Montpellier, 26 juillet 1931.)

(5) Benès (G.). — Contribution à l'étude sur le Court-Noué (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 41, pp. 348-349, Montpellier, 11 octobre 1931.)

(6) Benès (G.). — Le Court-Noué en 1931 (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 50, p. 573, Montpellier, 13 décembre 1931.)

(7) Pradel (C.). — Observations sur le Court-Noué (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 2, pp. 40-41, Montpellier, 11 janvier 1931.)

(8) E. F... — Situation viticole et vinicole du Languedoc (*Revue de Viticulture*, T. lxxiv, n° 1929, pp. 397-398, 18 juin 1931.)

(9) Ravaz (L.). — Chronique. Les Raisins de Table (*Progrès agricole et viticole*, T. ivc, n° 44, pp. 419-420, 1er novembre 1931.)

Grillage. — Des cas de cette affection s'observent çà et là dans le vignoble méridional, sous l'action de la sécheresse qui y sévit pendant l'été (1).

Maladies cryptogamiques

Mildiou (*Plasmopara viticola* (Berkeley et Curtis) Berlese et de Toni). — Midi. — A Montpellier, la première émission de zoospores, que L. Ravaz ait observée, l'a été le 3 mai. Mais il est vraisemblable qu'en certains endroits ce phénomène s'est produit plus tôt. En effet, des taches foliaires assez étendues, mais non accompagnées d'efflorescences, qui sont constatées vers le 10 mai dans les endroits bas et humides, résulteraient, d'après L. Ravaz (2), de contaminations qui se seraient produites dès le 1er ou le 2 avril. A cette date, en deux jours, tombent 30 à 100 millimètres d'eau, qui provoquent l'inondation des plaines basses. Le Mildiou apparaît en mai dans le Gard et le Var. En juin, d'après L. Ravaz (3), le Mildiou forme de nouveaux foyers qui n'occupent que de faibles surfaces. Cependant, tout autour de ceux-ci, on trouve des taches disséminées sur feuilles et grappes. Les foyers doivent résulter de contaminations assurées lors de pluies d'orage, survenues notamment le 1er juin. D'autre part, de forts brouillards (14 au 16 juin), provoquent l'apparition de rares taches, disséminées un peu partout, et dont quelques-unes se couvrent d'efflorescences le 22 juin. Une petite pluie de 0.6 millimètre du 23 juin provoque aussi une légère invasion (29 juin). Un gros orage (22 millimètres) détermine une attaque assez forte sur les feuilles (1er juillet), laquelle est constatée aussi bien dans le Gard que dans l'Hérault (4). Dans le Var (juillet), le feuillage est assez sérieusement attaqué dans la plaine de Fréjus et sur le littoral.

En août, les dégâts sont insignifiants et sont localisés à l'est du département du Var. Dans le Vaucluse, le *Plasmopara viticola* ne fait guère son apparition qu'en fin de saison, et ses dégâts peuvent être considérés comme insignifiants. Dans la Drôme, la maladie déclanche vers le 10 août, une attaque sous laquelle beaucoup de feuilles se dessèchent (5).

(1) E. F... — Situation viticole et vinicole du Languedoc (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1932, p. 30, 9 juillet 1931.)

(2) Ravaz (L.). — Chronique. Le Mildiou (*Progrès agricole et viticole*, T. LVI, n° 20, pp. 466-467, 17 mai 1931.)

(3) Ravaz (L.). — Chronique. Au Vignoble (*Progrès agricole et viticole*, T. LVI, n° 26, p. 610, 28 juin 1931.)

(4) Ravaz (L.). — Chronique. Le Mildiou (*Progrès agricole et viticole*, T. LVI, n° 28, pp. 33-34, Montpellier, 12 juillet 1931.)

(5) Bonnet (Dr.). — Situation du Vignoble à l'époque des vendanges (*Revue de Viticulture*. T. LXXV, n° 1939, p. 142, 27 août 1931.)

A la fin de la saison, L. Ravaz (1), constate que, dans le Midi, les dommages par le Mildiou sont sensiblement nuls. Seules, les Vignes trop vigoureuses ont leur feuillage largement taché et leurs grappes atteintes de Rot brun. Par contre, les Vignes faibles n'ont aucun mal.

Sud-Ouest. — Au Centre Agronomique, sis à la Grande-Ferrade, Pont de la Maye (Gironde), J. Dufrénoy voit une première contamination primaire se manifester vers la fin d'une période pluvieuse (1er au 6 mai et surtout 7 mai), par température basse (10 à 12°) peu favorable à la germination des conidies. L'invasion correspondante est fort peu importante et se traduit le 28 mai par l'apparition de quelques rares taches de *Plasmopara viticola*, sur les feuilles des 4e, 5e et 6e nœuds. Une seconde contamination primaire a lieu pendant la période pluvieuse (17 au 19 mai), au cours d'un refroidissement marqué. Elle a pour résultat l'apparition de quelques taches de *Plasmopara viticola* sur feuilles du 7e nœud (9 juin). Dans certaines stations humides des lésions dues au *Plasmopara viticola* s'observent les 20 et 21 juin. Sans doute, grâce à son temps chaud (température souvent supérieure à 30°) et plutôt pluvieuse, le mois de juin est dans l'ensemble peu favorable au développement du Mildiou.

Au froid relatif et aux pluies survenus au début et au milieu de juillet, ne correspond pas un accroissement sensible de la maladie. Les rares taches de Mildiou qu'on constate n'affectent que les feuilles supérieures, non les inférieures, qui voisinent avec les grappes, lesquelles se trouvent ainsi plus ou moins mises à l'abri de l'infection. Cependant, une assez sérieuse invasion se manifesterait dans le Lot-et-Garonne à partir du 20 juillet. Exceptionnellement pluvieux et peu ensoleillé, août se montre favorable à l'évolution de la maladie, laquelle aurait déterminé de graves dégâts, si les feuilles n'avaient été copieusement traitées par les sulfatages prescrits par la Station d'Avertissement le 24 juin et le 7 juillet. Seuls, quelques vignobles, plus particulièrement éprouvés par les orages, montrent des attaques sur grappes (Rot gris et Rot brun). Mais, dans l'ensemble, les raisins sont restés indemnes, grâce à un traitement que J. Dufrénoy prescrit d'effectuer du 20 au 25 juillet.

A. Rozier déclare qu'en Gironde, une bonne préservation n'aura été obtenue que par l'application de huit à dix traitements. Les vignobles n'ayant reçu que huit à dix sulfatages ont été insuffisamment préservés (2).

Le Rot-brun exerce des dégâts (3).

(1) Ravaz (L.). — Chronique (*Progrès agricole et viticole*, T. IVC, n° 36, p. 225, Montpellier, 6 septembre 1931).

(2) Rozier (A.). — Situation du Vignoble à l'approche des vendanges. Gironde (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1940, p. 160, 5 septembre 1931.)

(3) R. V... — Situation du Vignoble à l'approche des vendanges (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 39, p. 1141, 27 août 1931.)

Ouest. — Sans doute, à la faveur des pluies qui tombent dans l'Ouest, le Mildiou y acquiert, depuis le mois de juillet et jusqu'en fin saison, un assez grand développement.

Dans les Charentes, à partir de juillet, le Mildiou attaque les Vignes mal ou insuffisamment sulfatées. Les extrémités des pampres, les repousses, sont plus ou moins envahies. Mais, la récolte est relativement peu éprouvée, bien que le Rot brun se soit manifesté par place (1).

Très répandu dans les Deux-Sèvres, la Vendée, le Mildiou déclanche des dégâts appréciables dans la Vienne.

Puy-de-Dôme, Allier et Nièvre. — Shad, directeur du Centre Agronomique de Clermont-Ferrand, fait des observations dans ces trois départements. Il constate que l'invasion primaire (20 et 21 mai), est due à la période pluvieuse du 17 au 20 mai (45 mm. dans le Puy-de-Dôme, 46 mm. dans la Nièvre, 47 mm. dans l'Allier), au cours de laquelle les températures enregistrées sont les suivantes : pour le Puy-de-Dôme (Clermont-Ferrand), 13°5 et 10° ; — pour l'Allier (Louchy) 15°2 et 10° ; — pour la Nièvre (Cours) 18°3 et 9°4. L'invasion primaire est plus importante dans ce dernier département que dans les deux autres. Les invasions secondaires se produisent aux dates ci-après : Puy-de-Dôme : 8, 16, 25 juin ; 3, 14, 22 juillet ; 4, 20 août ; — Allier : 9, 16, 25 juin ; 3, 11, 17, 18, 21 juillet ; 4 août ; — Nièvre : 8, 16, 25 juin ; 3, 13, 23, 28 juillet. Les premières attaques sont faibles. Les plus importantes sont celles des 24, 25 juin et celles de juillet. Mais, à cette époque, la Vigne a franchi ses périodes les plus critiques. Ces invasions n'intéressent que les feuilles des sommets. Le Mildiou ne sévit que faiblement sur grappes.

Vignoble Roannais (Loire). — Le Mildiou se traduit dès le début de juin par quelques taches. Mais, à partir de la fin de ce mois, il détermine d'assez fortes invasions. Cependant, le « Rot brun » n'acquiert une certaine importance que dans les Vignes insuffisamment préservées par les traitements cupriques (2).

Haute-Savoie. — M. Guillermet, Directeur de la Station de Saint-Julien-en-Génevois, voit se déclancher une série d'attaques : 16 juin sur 5e feuille ; — 31 juillet sur 22e et 23e feuille (pluies de contamination : 20-21 juillet). — 4 août sur 24e et 25e feuilles (pluies de contamination 25 au 28 juillet) ; — 10 août sur 26e et 27e, 28e et sur 18e et 19e feuilles (pluies de contamination 1er, 2 août) ; — 15 août sur 29e et 30e feuilles (pluies de contamination 5, 6, 7 août) ; — 17 août sur 31e et 32e feuilles (pluies de conta-

(1) Vidal (J.). — Actualités. Situation du Vignoble dans les Charentes (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1942, p. 192, 17 septembre 1931.)

(2) J. T... — Actualités. Situation du Vignoble Roannais (*Revue de Viticulture*, n° 1928, T. LXXIV, pp. 383-384 ; 11 juin 1931 ; T. LXXV, n° 1939, pp. 142-143, 27 août 1931.)

mination 9, 10 août) ; — 23 août, sur 35e et 36e feuilles (pluies de contamination, 15, 16 août) ; — 3 septembre sur 37e et 38e feuilles (pluies de contamination, 20 au 25 août) ; — 9 septembre, sur 40e et 42e feuilles (pluies de contamination, 30, 31 août, 1er septembre). Le temps sec et ensoleillé de septembre enraye le développement de la maladie.

Dans le Châlonnais (Saône-et-Loire), au cours d'un été marqué par des pluies orageuses et intermittentes, on constate quelques cas de Mildiou (1).

Centre. — En Anjou, le Mildiou n'apparaît que tard (25 juin) sur feuille et n'exerce que de faibles dégâts. Il n'entraîne pas la production de Rot gris et n'occasionne que peu de Rot brun (2).

En Touraine, dès le mois de juin, quelques petites taches de Mildiou sur feuilles, çà et là sur les ceps situés au point où l'eau séjourne (côte de Vouvray (3).

D'une manière générale, dans les vignobles du Centre et de la Loire-Inférieure, le Mildiou se développe plus ou moins en août à la faveur du régime pluvieux qui règne alors.

A Versailles (Centre Agronomique), la maladie ne se développe pas durant l'été malgré l'abondance des pluies, et sans doute à cause des températures basses qui règnent durant cette période ; mais une importante attaque de *Plasmopara viticola* sévit en fin de saison (26 octobre 1931) sur Aramon.

En Champagne, le Mildiou de la grappe (Rot gris) apparaît le 7 juillet dans les témoins non traités et dans les Vignes où les premiers sulfatages ont été effectués trop tardivement. Le 13 juillet, de nouvelles taches qui se garnissent de conidiophores, émis sur de jeunes repousses que les premiers rognages élimineront. Le 17 juillet, s'observent des grains atteints de Rot brun (4).

Est. — En Alsace, grâce aux pluies qui tombent depuis le début de Juillet, on constate que, dans les Vignes maltraitées beaucoup de grains sont attaqués par le *Plasmopara viticola*. C'est surtout sur le Chasselas que se montre la maladie (5).

(1) A. G... — Actualités. Situation du Vignoble Chalonnais (Saône-et-Loire). (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1938, p. 128, 20 août 1931).

(2) DE S... — Actualités. Situation du Vignoble d'Anjou (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1947, p. 273, 22 octobre 1931.)

(3) CH. V... — Vignoble de Touraine (*Revue de Viticulture*, T. LXXIV, n° 1929, p. 400, 18 juin 1931.)

(4) MOREAU (E.). — Situation viticole et vinicole de Champagne (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1936, p. 97, 6 août 1931.)

(5) A. W... — Situation du Vignoble à l'approche des Vendanges. Vignoble d'Alsace (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1940, p. 162, Paris, 3 septembre 1931.)

Le Rot brun se rencontre en assez faible proportion dans le Vignoble Mosellien (1).

L'été pluvieux permet un développement plus ou moins accentué du Mildiou dans la plupart des Vignobles de l'Est.

Les facteurs de la résistance au Mildiou de la Vigne (*Plasmopara viticola*) ont été l'objet de plusieurs travaux (2 à 10).

Nous avons fait connaître en 1931, les résultats qu'avait fournis l'enquête organisée par L. Ravaz notamment en ce qui concerne les procédés de lutte à opposer au *Plasmopara viticola*.

Plusieurs auteurs reviennent sur ce sujet. J. Ibert (11), discute ce qui a trait aux appareils de sulfatage, il envisage la question du rognage, de l'effeuillage. Pour A. Dupuy (12), la faible durée de préservation par les bouillies cupriques (8 à 10 jours), résulte du fait qu'on répand un trop faible volume de ces mixtures ; A. Cadoret (13), conseille d'effeuiller, de rogner, d'épamprer pour découvrir les grappes, afin de permettre de les atteindre par le traitement. Il donne la préférence aux porte-greffes Riparia et Berlandieri, plus fructifères que vigoureux. Il modifie la taille en gobelet fermé

(1) Aubriot (A.). — Etat du Vignoble de Moselle (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1941, p. 176, Paris, 10 septembre 1931.)

(2) Armet (H.). — Calcium et Mildiou (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 15, pp. 355-359, Montpellier, 12 avril 1931.)

(3) Armet (H.). — Calcium et Mildiou (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 16, pp. 378-382, Montpellier, 19 avril 1931.)

(4) Rives (L.). et Kale (G.). — A propos des causes d'inégale résistance d'une vigne au Mildiou (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 6, pp. 138-139, Montpellier, 8 février 1931.)

(5) Ravaz (L.). — Chronique. La concentration de la sève, la coulure et les maladies cryptogamiques (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 10 ; pp. 222-226, Montpellier, 8 mars 1931).

(6) Ravaz (L.). — Chronique. La concentration de la sève et la résistance aux maladies (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 14, pp. 320-321, Montpellier, 5 avril 1931.)

(7) Ravaz (L.). — Chronique. Observations à faire sur le Mildiou (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 40, pp. 323-324, Montpellier, 4 octobre 1931.)

(8) Branas (M.). — Le Mildiou sur les producteurs directs en 1930, à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 29, pp. 56-61, Montpellier, 30 août 1931.)

(9) Sicard. — Nos expériences de fumure de la Vigne et le Mildiou (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 18, pp. 421-424, Montpellier, 3 mai 1931.)

(10) Ravaz (L.). — Chronique. La production des Vignes mildiousées en 1930. Les Vignes brunies. Traitements (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 42, pp. 369-373, Montpellier, 18 octobre 1931.)

(11) Ibert (J.). — Réflexions sur le Mildiou. Les appareils de sulfatage. Le traitement (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 18, pp. 424-429, Montpellier, 3 mai 1931.)

(12) Dupuy (A.). — Importance de la quantité de bouillie dans le traitement du Mildiou (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 21, pp. 494-496, Montpellier, 24 mai 1931.)

(13) Cadoret (A.). — Le sulfatage des grappes (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 63, pp. 542-543, Montpellier, 7 juin 1931.)

pour répandre le même nombre de coursons sur une forme éventail, dont tous les éléments sont plus exposés au jet du pulvérisateur.

M. Jouven (1) rappelle les avantages des traitements tardifs, qui, d'après M. Soursac devraient être poursuivis jusqu'à la vendange.

Oïdium (*Uncinula necator* (Schw.) Burr.). — Tend à se développer assez sérieusement dans certaines régions du Midi. Etant données la violence et la fréquence du vent, les soufrages n'auront pu, dans bien des cas, être effectués que trop tard ; si bien que, lorsqu'on aura pu enfin les appliquer, beaucoup de cépages, Carignans, Raisins blancs en particulier, auront déjà été assez infectés par l'Oïdium, pour qu'il soit difficile d'éliminer ou de faire régresser celui-ci. Certains cultivateurs seraient parvenus à traiter au moment propice (c'est-à-dire sur des pousses ayant 10 à 15 centimètres) en fournissant le soufre, non pas sous la forme pulvérulente, mais sous un état colloïdal ou mouillable, et en mélange avec la bouillie cuprique. Les soufres colloïdaux n'auraient d'ailleurs donné aucun résultat satisfaisant dans les essais effectués sous la direction de L. Ravaz. Le permanganate de potassium (125 à 130 grammes par hectolitre + 3 kilogs de chaux) aura été opposé, aux attaques déjà assez avancées, avec un succès plus ou moins grand, mais toujours incomplet, lorsque cette pulvérisation n'aura été suivie d'aucun soufrage. Dans les Vignes négligées, aussi bien que dans celles qui n'auront été défendues que trop tard, l'Oïdium aura pu sévir pendant toute la saison (2, 3.).

L'*Uncinula necator* aura acquis dans le Midi, un développement plus grand que celui qu'on lui a connu les années précédentes.

Sud-Ouest. — D'après A. Roziers, l'Oïdium exerce dans la Gironde de sérieux dégâts. Les traitements au permanganate de potassium n'auront eux-mêmes eu qu'un effet relatif. Certains hybrides sont très atteints ; ceux qui ne supportent pas le soufre sont particulièrement maltraités. Le Noah lui-même n'est pas exempt d'attaque (4).

Dans les Charentes, l'Oïdium se montre très agressif. Ses attaques sont assez graves, mais heureusement localisées (5). Ses dégâts sont sensibles dans la Vienne.

(1) Jouven (M.). — Avantages des traitements tardifs dans le Vignoble (*L'Agriculture Nouvelle*, n° 1585, Paris, 25 avril 1931.)

(2) Ravaz (L.). — Chronique. Au Vignoble (*Progrès agricole et viticole*, T. vc, n° 26, p. 610, Montpellier, 28 juin 1931.)

(3) Ravaz (L.). — Chronique (*Progrès agricole et viticole*, T. ivc, n° 28, p. 33, Montpellier, 12 juillet 1931.)

(4) Rozier (A.). — Situation du Vignoble à l'approche des Vendanges. Gironde (*Revue de Viticulture*, T. lxxv, n° 1940, p. 160, 3 septembre 1931.)

(5) Vidal (L.). — Actualités. Situation du Vignoble dans les Charentes (*Revue de Viticulture*, T. lxxv, n° 1942, p. 192, 17 septembre 1931.)

Dans le Roannais (Loire), la maladie est très répandue en juin ; mais elle se montre peu grave à la fin de l'été.

L'Oïdium n'exerce pas de très grands dégâts dans le Châlonnais (Saône-et-Loire) (1).

Dans l'Anjou, et dans certains des autres Vignobles du Centre, l'Oïdium se montre plus inquiétant que le Mildiou. Mais, l'invasion étant tardive, les dégâts sont finalement assez peu importants (2).

Une forte attaque se manifeste en Champagne. Le Chardonnay y est plus atteint que le Pinot (3).

L'Oïdium ne sévit qu'assez faiblement dans la Moselle (4).

Pourriture grise (*Sclerotinia Fuckeliana* de Bary) (= *Botrytis cinerea* Pers.). —La Pourriture grise sévit en septembre dans la Loire dans les Vignobles sur lesquels l'Eudémis a opéré, ainsi que dans ceux qui ont été grêlés tardivement ; elle est également fréquente chez les jeunes vignes aux raisins abondants et insuffisamment aérés (5). En Gironde, le *Botrytis cinerea* n'est pas rare : en juillet, août, et au début de septembre, la sécheresse qui règne ensuite arrête sa progression. Les attaques de Pourriture grise sont signalées dans les Charentes (6), où l'arrivée du beau temps tend à les entraver. La Folle blanche est particulièrement atteinte. Ravaz fait remarquer que cette maladie sévit non seulement dans les régions pluvieuses, mais dans les sèches, où il suffit d'une pluie pour la faire apparaître (7). Pour lutter contre la pourriture grise, il conseille d'effeuiller, afin d'exposer les grappes au soleil.

Black-rot (*Guignardia Bidwellii* Ell. Viala et Ravaz). — Cette maladie, à laquelle A. Rozier (8), consacre une étude d'ensemble, est signalée en Haute-Saône, dans le Puy-de-Dôme, et dans les Charentes, où, vers les derniers jours d'août une violente attaque d'ailleurs limitée à certains foyers, exerce des

(1) A. G... — Actualités. Situation du Vignoble Châlonnais (Saône-et-Loire) (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1938, p. 128, 20 août 1931.)

(2) De S... — Actualités. Situation du Vignoble d'Anjou (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1947, p. 273, 22 octobre 1931.)

(3) Moreau (Emile). — Nouvelles du Vignoble Champenois (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1936, p. 97, 6 août 1931.)

(4) Aubriot (A.). — Etat du Vignoble de Moselle (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1941, p. 176, 10 septembre 1931.)

(5) J. T... — Etat Viticole et Vinicole dans le Roannais (*Revue de Viticulture*, T. LXXIV, n° 1928, pp. 283-284, 11 juin 1931.)

(6) Vidal (J.-L.). — Actualités. Situation du Vignoble dans les Charentes (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1942, p. 193, 17 septembre 1931.)

(7) Ravaz (L.). — Chronique (*Progrès agricole et viticole*, T. IVC, n° 35, p. 203, Montpellier, 30 août 1931.)

(8) Rozier (A.). — Le Black-rot (*Revue de Viticulture*, T. LXXIV, n° 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1931.)

dégâts dans plusieurs des Vignobles de la région dite du Bois, au nord de Cognac (1).

Excoriose (*Phoma flaccida* Viala). — Elle a, sans doute à la faveur des pluies, pris un certain développement dans le Midi où L. Ravaz signale sa fréquence sur Aramon. Dans certaines situations particulièrement humides, la maladie apparaît chaque année. Mais, en général, elle se manifeste d'une manière irrégulière. Dans les Vignobles exposés à l'Excoriose, on pourrait substituer aux cépages sensibles, tels que l'Aramon, d'autres variétés qui le sont moins : Piquepoule, Carignan, Terrets, etc... (2). Des échantillons portant le *Phoma flaccida* nous parviennent de l'Aveyron. L. Ravaz fait connaître les méthodes de lutte contre l'Excoriose (2).

Le Rot livide (*Coniothyrium diplodiella* (Speg.) Sacc.). — Est signalé dans les Charentes.

L'Anthracnose (*Gloeosporium ampelophagum* (de Bary), Sacc.). — Elle exerce dans l'Ain sur les Producteurs directs des dégâts moindres que ceux qu'elle avait occasionnés l'an dernier.

Fumagine (*Fumago spec.*). — Elle est peu répandue en 1931. L. Ravaz rappelle qu'elle peut être utilement combattue à l'automne (3).

Esca (*Stereum necator* Viala.). — Cette maladie est signalée dans le Var.

Arbres forestiers et d'alignement

Peuplier (*Populus*) : 1° *Cloque* (*Taphrina aurea* Sor.). — Cette maladie est très répandue, mais ne paraît exercer aucun dégât sensible.

2° *Dothichiza* (*Cenangium populneum* (Pers.) Rehm. *Dothichiza populnea* Sacc. et Br.). — Nous observons cette maladie au printemps et au début de l'été dans la région de Noyon (Oise). Elle existe en Seine-et-Oise. Elle continue à sévir dans la vallée de la Garonne.

3° *Rouille* (*Melampsora spec.*). — Cette Urédinée est très répandue en pépinière et dans les jeunes plantations.

4° *Chancre*. — Cette maladie continue à sévir dans les régions où son

(1) Vidal (J.-L.). — Situation du Vignoble des Charentes (*Revue de Viticulture*, T. LXXV, n° 1942, p. 193, 17 septembre 1931.)

(2) Ravaz (L.). — Chronique. L'Excoriose (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 12, pp. 269-273, Montpellier, 22 mars 1931.)

(3) Ravaz (L.). — Chronique. La fumagine (*Progrès agricole et viticole*, T. VC, n° 44, pp. 420-421, Montpellier, 1er novembre 1931.)

existence avait été reconnue précédemment. Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avions déjà fait connaître à son sujet.

Platanes (*Platanus spec.*). — Le *Gnomonia veneta* Sacc. et Speg. (*Glœosporium nervisequum* Sacc. et Fuck.) attaque au printemps les Platanes des environs de Paris, et détermine la chute de beaucoup de feuilles. Les arbres situés à l'intérieur de la ville sont très peu atteints.

Ormes (*Ulmus campestris* Spach ; *U. montana* Sem, etc...). — Les dépérissements déterminés par le *Graphium Ulmi* Schwarz. se manifestent dans le Nord de la France, dans la région parisienne, et dans la plus grande partie du reste du Pays. De nombreux arbres succombent.

Ailantes ou Vernis du Japon (*Ailantus glandulosa* L.). — Les Ailantes des plantations de la Ville de Paris dépérissent sous l'action du *Verticillium Dahliae* Klebh. ainsi que G. Arnaud et Barthelet le prouvent.

Pin (*Pinus*). — Dans les Jardins d'Arcachon (Gironde), certains arbres présentent un Pourridié déterminé par l'*Armillaria mellea* Vahl.

La Maladie du Rond s'observe dans les plantations de Pin Maritime des Landes. Le rôle du *Rhizina inflata* (Schäff) Sacc. reste à déterminer.

Plantes d'ornement

Caryophyllacées. — *Fusariose du Collet* (*Fusarium spec.*). — Cette maladie sévit çà et là dans les cultures d'Œillet (*Dianthus caryophyllus* L.).

Crucifères. — *Rouille* (*Puccinia Cheiranthi* Ell. et Ev.). — Cette urédinée attaque en octobre des feuilles et siliques des Giroflées (*Cheiranthus Cheiri L.*) cultivées en plein air au Centre Agronomique de Versailles.

Composées. — *Fusariose* (*Fusarium* (*Conglutinans* Woll. var. *Callistephi* Jones et Riker.). — Cette maladie sévit çà et là sur Reine-Marguerite (*Callistephus sinensis* Cass.).

Entyloma (*Entyloma Dahliae* Desf.). — Les attaques que ce parasite exerce sur Dahlia (*Dahlia variabilis* Desf.) sont beaucoup plus graves que celles qu'il avait déterminées les années précédentes dans la région parisienne. On signale un développement important de la maladie dans les cultures d'Angers.

Rouille (*Puccinia Chrysanthemi* Roze). — Cette Urédinée attaque en octobre, à Versailles diverses variétés de Chrysanthèmes à grandes fleurs (*Chrysanthemum indicum* L. et *C. sinense* Sabine) situées en serre.

RAPPORTS SOMMAIRES

SUR LES TRAVAUX ACCOMPLIS DANS LES LABORATOIRES EN 1931

STATION CENTRALE DE ZOOLOGIE AGRICOLE [SERVICE ENTOMOLOGIQUE — (VERSAILLES)] ET STATION ENTOMOLOGIQUE DE PARIS

Rapport de M. Paul Marchal, *Directeur*

1° Insectes nuisibles aux cultures

Doryphora. — Les recherches concernant le Doryphora ont été comme l'année précédente poursuivies en liaison avec la Station Entomologique de Bordeaux (Pont-de-la-Maye) et le Service de Défense des végétaux. M. Bernard Trouvelot fut chargé des travaux qui furent effectués dans un laboratoire de campagne installé dans la région doryphorée. Toute l'installation qui se trouvait en 1930 à Augignac dans la Dordogne fut transportée en 1931 sur un nouvel emplacement à une cinquantaine de kilomètres de l'ancien sur le territoire de la commune de Chabanais (Charente). Cette région offre des conditions différentes ; elle se trouve juste en zone de progression de l'invasion doryphorique vers le Poitou et elle présente d'abondantes cultures de Pommes de terre. Les premiers foyers de Doryphora y apparurent en 1927.

Au cours de l'été, les deux bâtiments primitifs du laboratoire démontable durent être agrandis ; deux appentis y furent annexés, l'un spécialement réservé aux essais effectués avec les produits toxiques, l'autre aménagé en petit magasin. Les champs d'expérience entourant immédiatement le laboratoire couvraient une surface totale d'environ un hectare.

M. Trouvelot était assisté dans son travail par trois contrôleurs du Service de la Défense des Végétaux et par un aide-journalier.

Une première série d'études se rapporta à l'achèvement de l'enquête sur la biologie du Doryphora en Limousin commencée en 1930. Les faits concernant la marche et le vol des Insectes parfaits, précédemment signalés, furent à nouveau confirmés et en conclusion générale, il ressort que les vols

s'effectuent pendant toute la belle saison et sont particulièrement intenses pendant les mois d'avril, de mai et de juillet. Les vallées offrent les voies de progression les plus fréquentes.

Dans les plantations de Pommes de terre, les Doryphoras adultes se déplacent presque journellement d'un pied à l'autre et même sortent des plantations pendant toute la belle saison. Les marches sont plus longues et les départs au vol plus nombreux en dehors des plantations de Pommes de terre.

Les études sur les insecticides constituèrent une importante partie de la campagne de recherches ; tout d'abord, il fut procédé à l'organisation d'une série d'études comparatives sur les composés arsenicaux offerts aux Services de lutte contre le Doryphora, études effectuées au moyen d'essais poursuivis parallèlement au laboratoire et en plein champ suivant une méthode rigoureusement constante. Pour chaque échantillon soumis au contrôle, l'examen porta sur les points suivants : facilité plus ou moins grande du délayage à partir du produit concentré ; homogénéité de la suspension aqueuse ; durée de cette homogénéité ; absence de particules grossières risquant d'obstruer les becs des pulvérisateurs ; étalement du produit dilué sur les feuilles ; innocuité pour les végétaux sains et ceux présentant un début d'attaque par le Mildiou ; intensité des traces colorées laissées sur les végétaux ; persistance des produits en dépit des pluies (adhérence) ; action toxique sur le Doryphora (rapidité, intensité, action insectifuge) ; composition chimique.

Dans ces essais, une grande place revint aussi au « contrôle biologique », c'est-à-dire à l'étude de la toxicité des produits non pas seulement par analyse chimique, laquelle ne se révèle pas toujours comme étant un guide fidèle, mais par l'application des produits sur des insectes groupés en lots de même importance, isolés et observés régulièrement deux fois par jour.

Parmi les compositions insecticides envoyées au Laboratoire, les arséniates alginatés et les poudres schisteuses sulfurées ont attiré l'attention. Les premiers sont remarquables par leur adhérence et la durée des suspensions aqueuses homogènes qu'ils fournissent, les seconds offrent une bonne action insecticide par contact. Si des essais faits sur d'importantes surfaces confirment les qualités pratiques de ces composés, ils pourront sans doute prendre bientôt place dans la lutte antidoryphorique courante.

Les produits à base de fluor (fluorures et fluosilicates divers), ne donnèrent pas des résultats aussi satisfaisants que le arsenicaux ; le maximum de toxicité est présenté par le fluosilicate de soude employé en solution à 2 %, mais ce corps fait de légères brûlures sur les feuilles.

Avec le concours de MM. Dessales et Prioton, Directeurs des Services Agricoles dans les départements de la Haute-Vienne et de la Charente, des essais de plein champ de poudrages arsenicaux eurent lieu sur une centaine

d'hectares. Avec l'utilisation de poudres bien adhérentes, les poudrages donnèrent des résultats pratiques aussi bons que les pulvérisations. Leur emploi répond d'une façon très nettement supérieure aux besoins lorsqu'il s'agit d'opérations demandant à être faites en de très brefs délais (invasions généralisées ; grands centres de cultures de pommes de terre, etc...) et dans des champs éloignés de points d'eau : le travail avec les poudres s'effectue quatre à cinq fois plus vite qu'avec les insecticides liquides et ne fait appel qu'à un matériel très léger.

Dans les essais effectués, les opérateurs furent dotés de masques et toutes les précautions d'usage furent prises pour éviter les intoxications. Il est à noter que dans certains cas, le masque ne fut pas porté par les opérateurs et que, même dans ces conditions, aucun accident ne survint.

Les essais comportèrent l'emploi parallèle de poudreuses à dos et de poudreuses à grand travail. Les deux types d'appareils exigent des quantités différentes de produits à l'hectare pour avoir des résultats également satisfaisants. Avec les appareils à dos, on compte de 9 à 15 kgs de poudre à l'hectare, poudre riche et bien adhérente à base d'arséniate de chaux (20 % As $^2O^5$ au moins) ; avec les appareils à dos, il faut de 25 à 40 kilos de matière, mais des poudres moins riches que les précédentes suffisent. Les premiers essais agricoles de poudrages apparaissent donc comme encourageants et méritent d'être continués.

Les traitements mixtes employés en été et visant à la fois le Doryphora et le Mildiou donnèrent à nouveau des résultats intéressants, si bien que l'on pourrait à l'avenir prévoir, pour les opérations faites sur les zones envahies, en mai des applications purement arsenicales, en juillet des traitements cupro-arsenicaux. Les poudres cupro-arsenicales donnèrent, malgré les pluies survenues après leur application, des résultats aussi satisfaisants que les bouillies liquides contenant les mêmes produits. Dans le bas Limousin, elles offrirent le maximum de résultats pour les applications faites avant le 1er août.

Enfin, au laboratoire de Chabanais furent abordées en 1931, les premières recherches sur la possibilité d'obtenir des variétés de pommes de terre moins attaquées par le Doryphora que les variétés actuellement cultivées.

De telles variétés pourraient peut-être ne nécessiter que peu de soins antiparasitaires pendant la période végétative, surtout lorsque nous disposerons vis-à-vis du Doryphora d'ennemis naturels ayant le maximum d'activité. Ces variétés moins attaquées, auraient alors une importance fort appréciable pour le maintien de la culture courante de la pomme de terre dans les régions pauvres et disposant de faibles capitaux. Jusqu'à présent, toutefois, aucune sérieuse différence de sensibilité ne s'est révélée parmi les variétés courantes ; une concentration plus grande des insectes sur les variétés pré-

coces mises en mélange avec des variétés tardives fut seulement observée. Divers éléments botaniques, tels que la pilosité abondante des tiges ou des feuilles ont été, d'autre part, mis à l'étude. Ces éléments rencontrés chez des *Solanum* tubérifères, doteraient selon toute vraisemblance les formes les présentant d'une certaine immunité vis-à-vis du Doryphora.

Il est à retenir que les alcaloïdes si fréquents chez les Solanées (nicotine, solanine) se sont révélés dans ces premiers essais sans action attractive ni répulsive sur le Doryphora. La toxicité pour l'insecte de certains Tabacs (*Nicotiana glutinosa*) et surtout du *Petunia* a été d'autre part nettement constatée.

Sauterelles. — Sur la demande de la Commission nationale d'études des Calamités », la Station entomologique de Paris s'est chargée d'entreprendre une enquête méthodique sur les Acridiens migrateurs dans tous les pays français soumis à des invasions.

M. Vayssière prépara un questionnaire sur le type de celui qui avait été adopté par l'Institut Impérial d'Entomologie de Londres et l'adressa par voies officielle et officieuse, à plusieurs centaines de correspondants. Nombreuses réponses sont arrivées à ce jour et certaines d'entre elles, jointes à des observations faites au cours d'élevages poursuivis au laboratoire, ont permis la rédaction d'une note préliminaire (1).

Cécidomyies du Chou-fleur (*Contarinia torquens* de Meij.). — La première génération de l'Insecte s'étant montrée cette année très peu abondante et très peu nuisible, les conditions ont été peu favorables pour le contrôle des expériences de traitements hivernaux.

M. Olombel a continué au laboratoire l'étude systématique et biologique de l'Insecte et a commencé, notamment, une série de recherches sur la manière dont se forme la galle. Il a publié une note sur ce parasite (2).

Recherches biologiques et systématiques sur les Coccidés. — Elles ont été poursuivies par MM. Balachowsky et Vayssière qui ont publié à leur sujet différentes notes au cours de l'année (3).

(1) P. Vayssière. — Quelques observations sur les Acridiens migrateurs (*C. R. Acad. Sc.*, 193, p. 294-297, 1931.)

(2) M. Olombel. — Notre préliminaire sur la Cécidomyie du Chou-Fleur (*Contarinia torquens* de Meij., *C. R. Acad. Agriculture*, 18 février 1931.)

(3) A. Balachowsky. — Contribution à l'étude de la faune de France (5e note). (*Bull. Soc. Entom. France*, 1931, p. 96) — Contribution à l'étude des Coccides de l'Afrique Mineure. 10e note : un nouveau *Pulvinaria* du Maroc septentrional (*Bull. Sc. nat.*, Maroc). — Le Ceroplaste de Floride (*Petite Revue Agricole et Horticole*, Antibes, 1931.) — Sur le comportement des Coccides appartenant à la faune tropicale acclimatés dans le bassin méditerranéen (*C. R. Société de Biogéographie*, oct. 1931.)

— P. Vayssière. — Quelques observations sur les Coccidae des régions australiennes (*C. R. Soc. Biogéographie*, 1931.)

Insectes des pays chauds. — Ils ont donné lieu à diverses publications des travailleurs de la Station de Paris (1).

Ennemis des Céréales. — Beaucoup d'espèces animales s'attaquant aux céréales sont encore fort mal connues. Les progrès dans cette direction ne manqueraient pas de s'étendre si l'on avait le moyen de déterminer avec précision les formes spécifiques que l'on a l'occasion d'observer (larves, pupes, chenilles, etc...). C'est en se plaçant à ce point de vue que M. MESNIL s'est attaché tout d'abord à résoudre le côté systématique de la question, en faisant l'étude des caractères différentiels, morphologiques ou biologiques, des animaux à chacun de leurs stades.

Le principal de son effort a porté cette année sur l'étude des Muscides Les insectes observés sont : *Oscinella frit, Lasiosina cinctipes* (= *Chlorops herpini*) ; *Oscinis curvinervis* (= *Camarota flavitarsis*), *Elachiptera cornuta, Chlorops taeniopus, Meromyza saltatrix* (var. *nigriventris* et var. *cerealium*). *Opomyza florum, Balioptera combinata, Hydrellia griseola, Hylemyia coarctata.* Une espèce (larves et pupes), actuellement en élevage, donnera vraisemblablement, d'après les travaux existant déjà et semblant s'y rapporter, *Chortophila sepia.* Sur Graminées sauvages, M. MESNIL a observé : *Balioptera tripunctata, Meromyza variegata.* D'autres espèces de larves sont encore en observation.

Cette étude comporte aussi les autres parasites animaux des céréales : ceux sur lesquels M. MESNIL a fait des observations sont des Nématodes : *Tylenchus scandens* et *T. dipsaci* ; plusieurs espèces de *Thripsidae* (au moins 5 espèces) ; divers pucerons aériens et souterrains ; des Hémiptères, tels que *Jassus sexnotatus* dont il a pu suivre la ponte cet automne surtout sur le seigle nouvellement levé ; *Gryllotalpa gryllotalpa* qui existe dans les terrains bas des Closeaux à Versailles ; plusieurs Lépidoptères, dont *Hadena basilinea* toujours très abondant, *Agrotis segetum* et *Tryphaena pronuba*, plus une

(1) P. VAYSSIÈRE. — Un nouveau parasite du Cotonnier à Madagascar (*Rev. Path. Vég. et Ent. Agricole*, XVIII, 6, 1931.)

C. FRAPPA. — Les Insectes nuisibles au Caféier à Madagascar (*Rev. d'Agric. Pratique des pays chauds*, avril 1931, Paris.)

— Les ennemis des cultures à Madagascar. — Rapport présenté à la Quinzaine Nationale de la production agricole d'Outre-Mer (*Congrès de la lutte contre les ennemis des cultures.* Exp. Colon., mai 1931.)

— Notes sur deux nouveaux Hémiptères nuisibles au Caféier à Madagascar (*Rev. Path. Vég. et Entom. Agricole de France*, fasc. 6, juin 1931.)

— Notes biologique sur quelques insectes nouveaux ou peu connus et nuisibles aux plantes cultivées à Madagascar (*Bull. Soc. Entom. France*, N° 12, juin 1931.)

— Les Insectes nuisibles aux plantes productrices de tanin à Madagascar (*Bull. Assoc. Scient. Int. d'Agric. des Pays chauds*, 1er décembre 1931.)

chenille mineuse des tiges de céréales et deux Pyrales roulant les feuilles de l'Avoine et du Blé, non encore déterminées. Plusieurs larves de Tenthrèdes sur les feuilles de *Cephus pygmaeus* dans les tiges de Blé d'hiver ont encore été observés. Parmi les Diptères et en plus des Muscides cités plus haut, M. Mesnil a élevé plusieurs Agromyzides mineurs de feuilles notamment *Pseudonapomyza atra* qui s'est montré très abondant cet été sur Blé et Seigle. Parmi les Cecidomyies, *Contarina tritici*, *Diplosis mosellana*, *Mayetiola destructor*, ainsi que *M. avenae* venant des Pyrénées ont retenu son attention, de même que plusieurs espèces vivant dans les gaines de plantes affaiblies, ou d'autres vivant sur les feuilles aux dépens des spores de rouilles.

2° Méthodes techniques de lutte contre les insectes nuisibles

Insecticides. — Organisation de la lutte

Au cours de l'année, diverses expériences sur la désinfection des produits végétaux dans le vide ont été poursuivies à Versailles.

En prévision des mesures qui pouvaient être prises pour les expéditions de pommes de terre provenant de régions suspectes au point de vue du Doryphora, une première série d'essais a été poursuivie en vue de s'assurer de l'innocuité du traitement des pommes de terre dans le vide par les vapeurs de sulfure de carbone. Les expériences conduites et exécutées par M. Vayssière ont porté sur plus de 3.000 kilos de pommes de terre : elles établirent que ces tubercules supportent sans aucune altération, le contact, dans le vide, des vapeurs de sulfure de carbone, à raison de 300 gr. par m3 pendant une heure, traitement qui, comme on le sait, est plus que suffisant pour détruire les Doryphora.

D'autre part, sur la demande des horticulteurs de la région d'Antibes, M. Vayssière organisa une série d'essais en vue de trouver un traitement insecticide qui puisse détruire la Tordeuse de l'Œillet (*Tortrix pronubana*), quel que soit le stade d'évolution, sans altérer ni l'aspect, ni l'odeur des fleurs dans les emballages utilisés pour l'exportation. Plus de 20 essais ont été opérés à la Station expérimentale de désinfection, en utilisant différents produits insecticides à doses variables. Le sulfure de carbone à la dose de 300 cm3 par m3 pendant 2 heures, le tétrachlorétane à une dose qu'il reste à préciser (légèrement supérieure à 125 cm3 pendant 2 heures) ont seuls donné des résultats permettant d'envisager à cet égard une technique donnant complète satisfaction. Tous les autres produits ont altéré à un assez haut degré l'aspect et l'odeur des fleurs (acide cyanhydrique), ou bien se

sont montrés inefficaces aux doses acceptables dans la pratique (monochlorhydrine, gaz d'éclairage).

La valeur de certaines méthodes concernant l'emploi des appâts empoisonnés a pu être éprouvée sur divers Insectes et en particulier contre les Courtilières (*Gryllotalpa vulgaris*). Dans un grand jardin de Fontenay-aux-Roses, gravement envahi par ces Insectes depuis plusieurs années, MM. Vayssière et Olombel ont expérimenté le traitement au phosphure de zinc suivant la formule de Malenotti : riz, 100 ; eau, 25 ; phosphure de zinc, 5. Un premier épandage de ce mélange à raison de 20 kilos de riz à l'hectare amena une diminution des dégâts, sans entraîner toutefois une destruction complète. Un second épandage fait à une dose quatre fois plus forte (80 kilos de riz à l'hectare) enraya complètement les dégâts sur toute la surface traitée, tandis qu'ils continuèrent aussi intenses dans les parcelles témoins.

Des appâts empoisonnés consistant en des mélanges de son ou sciure arséniés ont été aussi expérimentés en vue de la destruction des larves de Tipules ou des larves de Taupins.

Après avoir fixé une méthode permettant l'utilisation pratique des huiles de vaseline (white oils) pour la destrution des Cochenilles et autres insectes des arbres fruitiers ou des arbres d'ornement (1), M. Balachowsky a montré la grande valeur des émulsions d'huiles végétales employées à faible dose en traitements d'été et a établi une formule d'une grande efficacité et qui présente de sérieux avantages au point de vue économique : savon blanc de Marseille 1 k. 500 ; huile d'olive ou d'arachide 0,5 à 1 litre ; eau non calcaire 100 litres. Faire dissoudre 1 k. 500 de savon blanc dans 7 litres d'eau que l'on peut faire bouillir dans une bassine pour activer la dissolution. Verser doucement 0,5 d'huile végétale dans la solution savonneuse froide en agitant fortement le mélange avec une palette, de façon à obtenir un liquide à consistance crémeuse. Diluer enfin à 100 litres. Pour les espèces particulièrement résistantes, telles que le Puceron lanigère, la concentration doit être élevée de 0,5 % à 1 % (2).

3° Travaux relatifs à la lutte par les méthodes biologiques

Acclimatation du *Macrocentrus ancylivora*. — Afin d'enrayer la progression inquiétante et les dégâts commis par la Tordeuse orientale des fruits (*Laspeyresia molesta* Busck.), M. Balachowsky proposa d'introduire

(1) Rapport de la Station de Zoologie Agricole et Insectarium d'Antibes pour 1930 (*Annales des Epiphyties*, 17e année, 1931, p. 98.)

(2) A. Balachowsky. — Sur la valeur insecticide des émulsions d'huiles végétales dans la lutte contre les Aphidiens nuisibles aux cultures (*C. R. Acad. Agr.*, 1931, p. 676-682.)

dans les Alpes-Maritimes un parasite endophage américain, *Macrocentrus ancylivora*, Braconide originaire des Etats-Unis, parasite habituel d'*Ancylis comptana* (Lép. *Gelechiidae*), mais qui en Amérique s'est fort bien adapté à vivre en parasite de *Laspeyresia molesta*. Trois envois successifs ont été faits par le U. S. Bureau of Entomology au printemps de 1931, comprenant soit des chenilles parasitées, soit des cocons de *Macrocentrus* collés à même le carton. Le tout, enfermé dans des caisses de bois bourrées de mousse, était confié aux frigorifiques des Compagnies de navigation.

En dépit des difficultés administratives qui marquèrent à Antibes la campagne de 1931, ces travaux ont pu être menés à bonne fin grâce à la technique adoptée et à la collaboration efficace apportée dans ce travail par M. Hauessler, spécialement chargé de mission en France du gouvernement américain pour la recherche des parasites indigènes de *E. molesta* : il a bien voulu, en effet, mettre à la disposition de M. Balachowsky son laboratoire volant, qui était installé à Nice.

Le 7 juillet	53	*Macrocentrus*	furent lâchés	à Saint-Isidore.
10 —	157	—	—	à Saint-Laurent-du-Var (Jardin Roux).
8 août	460	—	—	à Saint-Laurent-du-Var (Jardin Roux).
14 août	380	—	—	aux pépinières Rebuffel, à Mandelieu.

Soit au total 1.049 individus lâchés dans 3 centres arboricoles des Alpes-Maritimes.

Les chenilles prélevées 15 jours après chaque lâché sur les point de dissémination ont accusé un pourcentage de parasitisme très élevé pour une première génération, 20 % environ à Mandelieu, 50 % à Saint-Laurent-du-Var, 10 % à Saint-Isidore.

L'acclimatation de *Macrocentus ancylivora* ne pourra être considérée comme définitive en France que si l'on retrouve l'insecte au printemps prochain, comme il y a lieu de l'espérer.

Les envois d'*Aphelinus mali* en France et à l'étranger en vue de la constitution de nouveaux foyers de dispersion ont été continués en 1931 : mais ils ont été en partie entravés par la suppression d'une des bases importantes de ce travail qui avait été établie à Antibes, dont le climat se montrait particulièrement favorable aux élevages et aux expéditions précoces.

Les recherches biologiques sur les parasites ont donné lieu à la mise en évidence de certains faits nouveaux. Il a été établi notamment que le *Novius cardinalis* pouvait, dans des conditions naturelles assez restreintes vivre aux dépens d'une Monophlébine indigène, la *Gueriniella serratulae* [Balachowsky].

STATION CENTRALE DE ZOOLOGIE AGRICOLE
SERVICE DES VERTÉBRÉS (VERSAILLES)

Rapport de M. CHAPPELLIER, *Directeur*

Oiseaux. — *Baguage :* Continuation des baguages de Freux et de Héron cendré. Il a été bagué 666 Freux dans les corbeautières ; les baguages de Freux de migration sont en cours, ils dépasseront 200 et le total des Freux bagués en 1931 atteindra un minimum de 850.

A Clairmarais, 190 Hérons ont été marqués par M. Adrien Legros.

Les reprises de bagues ont, cette année encore, été plus nombreuses chez les Hérons que chez les Freux. Beaucoup de jeunes Hérons sont tués dès le mois de juillet qui suit leur baguage, au moment où commence la chasse au marais, dont il faut déplorer l'ouverture trop précoce.

Il semble se confirmer que les Hérons cendrés, nés dans la héronnière de Rioult-Clairmarais, près de Saint-Omer, essaiment en deux groupes. L'un se répand sur toute la Belgique et les parties avoisinantes de la Hollande. L'autre groupe descend en direction Sud-Ouest, longe les côtes de l'océan et va jusqu'en Espagne et Portugal, où une nouvelle reprise vient d'être signalée. Le sud-ouest de la péninsule Ibérique serait-il une des régions d'hivernage des Hérons cendrés du Pas-de-Calais ?

Les Freux, bagués au nid, continuent à se montrer sédentaires. L'un d'eux, c'est le premier, a franchi la frontière belge, mais pour s'avancer de 4 kilomètres seulement en territoire étranger. Ce jeune Freux ne s'est écarté de son nid que de 38 kilomètres et il a été tué le 11 juin de son année de baguage ; il n'y a donc là rien qui touche à une véritable migration.

Deux des Freux de migration, bagués à Rang (Doubs), ont été repris dans l'est de la Pologne, non loin de la frontière russe. Il apparaît, de plus en plus, qu'une partie des Freux qui entrent en France par la trouée de Belfort, a ses lieux de ponte en Russie : l'impossibilité d'obtenir des renseignements de ce côté met un barrage aux expériences.

Deux oiseaux ayant reçu la bague du Service des Vertébrés sont à signaler : une Buse, baguée le 23 mai 1930, sur la commune de Florimont, territoire de Belfort, a été tuée à quelques kilomètres seulement de là, le 10 septembre 1931. Oiseau sédentaire.

Un pigeon colombin (*Columba oenas* L.) a été expédié des Basses-Pyrénées au Centre de Versailles où il a été lâché après baguage le 3 décem-

bre 1928. Il a été tué le 23 juillet 1931 à Untergröningen, Wurtemberg, ayant très probablement repris sa route habituelle de migration, malgré son déroutage par voie ferrée.

Le Service des Vertébrés a fait une série d'essais pour répondre à cette question : *Le blé et le maïs « empoisonnés » au sulfate neutre de strychnine sont-ils dangereux pour les oiseaux de basse-cour et pour le gibier ?* Les résultats obtenus montrent que les Gallinacés, bien moins sensibles à la strychnine que les Corvidés (Pie et Corneille noire), ne résistent cependant pas à des doses qu'ils peuvent absorber en mangeant les grains empoisonnés, utilisés pour la destruction des Campagnols. Lorsque la quantité de strychnine, ainsi ingérée, est insuffisante pour entraîner leur mort, des Perdreaux sont paralysés plus ou moins totalement. Ils restent alors, et pendant de longues heures, à la merci d'un Rapace d'une bête puante ou d'un braconnier. Un Lièvre s'est montré extrêmement sensible et a été foudroyé en quelques secondes.

Il ne faut donc pas encourager à la négligence les cultivateurs qui emploient le grain empoisonné, en laissant dire que la strychnine est inoffensive pour le gibier et l'on doit, au contraire, recommander de bien mettre le grain dans les trous des Rongeurs ou, mieux encore, de l'abriter sous des tuiles, des ardoises, des planchettes, placées à faible distance du sol. On évitera ainsi les conflits qui surgissent souvent entre cultivateur et chasseurs.

Des essais ont été commencés par le Service des Vertébrés avec le procédé d'empoisonnement des Corvidés, dit « *empoisonnement à la coquille d'œuf* ». Les premiers résultats obtenus permettent d'envisager de bonnes destructions, avec un matériel simplifié.

Protection des Oiseaux : Comme les années précédentes, le Service des Vertébrés a maintenu une étroite liaison avec la Ligue française pour la Protection des Oiseaux, qui continue activement sa propagande en faveur des Oiseaux utiles à l'agriculture.

Une réunion du *Sous-Comité européen* du *Comité international pour la protection des Oiseaux* s'est tenue au Ministère de l'Agriculture le 6 juillet 1931 (M. Chappellier, Secrétaire). Elle a eu lieu à la demande du Ministre français de l'Agriculture qui désirait consulter le Comité international sur deux questions précises :

1° La protection des Oiseaux contre l'épandage de l'huile, du mazout et du pétrole sur la mer.

2° La protection des Oiseaux migrateurs, principalement sur le littoral.

Après délibération, les Délégués du Sous-Comité ont adopté le texte de trois résolutions, comportant des avis pratiques. Le Gouvernement français a fait parvenir à tous les Gouvernements d'Europe, à fin d'examen, le texte des résolutions.

Il serait désirable de les voir confirmer et adopter par une entente internationale qui renforcerait ainsi la Convention de 1902, tout en la maintenant dans son intégrité (1).

Mammifères. — Suite de l'*Enquête sur les Rongeurs*. Les réponses des Services officiels ont été reçues ; les envois de questionnaires se poursuivent.

Deux Rongeurs ont été étudiés sur le vivant et gardés pendant plusieurs mois au Service des Vertébrés :

Le *Rat musqué* : son élevage est, fort heureusement, presque complètement abandonné en France, après avoir profondément déçu ceux qui fondaient bon espoir sur la vente de la fourrure de cet animal. Plusieurs individus, échappés d'élevage, ont été tués, à l'état libre, dans plusieurs départements · le Service des Vertébrés en a reçu un qui provenait des environs de Mézières (Ardennes). Depuis quelques mois, aucune capture nouvelle n'a été signalée et il résulte des renseignements recueillis de plusieurs côtés, que le Rat musqué se reproduirait très mal dans notre climat. On peut espérer qu'il s'éteindra de lui-même. Nous éviterions ainsi la pullulation d'un nouveau Rongeur nuisible, sur lequel le Service des Vertébrés avait attiré l'attention (2) et qui s'est acclimaté en Europe centrale, où il cause de gros dégâts.

Le *Hamster* : très nuisible aux céréales. Il se trouve dans nos départements de l'Est. Les sujets reçus par le Service des Vertébrés provenaient du Bas-Rhin.

Il serait intéressant de pouvoir étudier de près cet animal, puisqu'il existe à l'état endémique dans nos départements recouvrés.

Différents essais sont en cours au Service des Vertébrés : résistance de la Souris et du Mulot à la strychnine ; action de différents gaz sur le Surmulot ; statistique des petits Rongeurs fréquentant le terrain du Centre de Versailles, capture au moyen de pièges et d'entonnoirs-tubes ; dispositif d'empoisonnement à la strychnine, contre le Surmulot principalement ; étude de la nourriture du Surmulot.

Reproduction des petits Rongeurs en parcs d'élevage : il est à signaler qu'un couple de Rats noirs a été conservé plus d'un an dans un de ces parcs. Les animaux se sont parfaitement adaptés à la vie souterraine ; mais, après avoir donné une portée de deux jeunes, dans les premiers mois de leur captivité, ils se sont montrés stériles. Sacrifiés 14 mois après leur mise dans le parc, les deux Rats noirs étaient extérieurement en parfait état, ils

(1) Voir *Bulletin de la Fédération française des groupements pour la protection des oiseaux*, octobre 1931, p. 60 à 65.

(2) A. Chappellier. — Les dangers de l'élevage du Rat musqué (*Revue d'Histoire naturelle*, Ire partie, janvier 1930).

avaient même augmenté de poids (la femelle pesait le 22 août 1930, 0 kg. 128 et 0 kg. 179 le 9 juillet 1931). A l'autopsie, les organes génitaux des deux sexes étaient en voie de dégénérescence. Cette régression est-elle due au confinement où à la nourriture sèche (blé) à laquelle les Rats ont été exclusivement soumis ?

La *destruction pratique des petits Rongeurs* dans les cultures du Centre de Versailles a été poursuivie : des abris pour grains empoisonnés sont à la disposition des différents services intéressés, et le Service des Vertébrés leur fournit le grain qu'il prépare.

Un commencement de pullulation de Campagnol des champs s'étant déclanché, à la faveur de l'abandon du terrain du Concours de ponte, le Service des Vertébrés a assuré deux traitements consécutifs qui ont éteint le foyer : virus, puis grain à la strychnine. Après l'épandage de l'avoine au virus, une forte quantité de Campagnols ont été trouvés morts à la surface du sol.

D i v e r s. — Le Service des Vertébrés a pris part à différentes manifestations et Congrès, devant lesquels M. Chappellier a présenté des communications :

Congrès de lutte contre les ennemis des cultures aux Colonies. — Communication présentée : Les Vertébrés nuisibles aux Colonies.

Deuxième Congrès international pour la Protection de la Nature. — Communications présentées : La protection des Oiseaux et la Chasse. — Pour la mise en application intégrale de la Convention internationale pour la Protection des Oiseaux utiles à l'agriculture du 19 mars 1902, par le *Permis d'engin.*

Congrès de la Société des Sciences de Seine-et-Oise. — Communication présentée : A propos du Corbeau.

Deuxième Conférence internationale du Rat. — Communications présentées : Une enquête sur les Rongeurs, par le Service des Vertébrés du Centre national de Recherches agronomiques (Versailles). — Nécessité d'une intense propagande auprès des agriculteurs, pour leur montrer l'intérêt qu'ils ont à lutter contre les Rongeurs.

Ces différentes communications paraîtront à leur temps dans les comptes rendus des Congrès.

STATION CENTRALE DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE

Rapport de M. Et Foex, *Directeur*

Section A. — Maladies des Plantes de Grande culture, Maladies du Peuplier, Maladies des Plantes maraîchères.

1° *Piétin du Blé.* — Des cinq champignons isolés du Blé et conduits en culture pure, sur lesquels Foex et Rosella ont fait porter leurs recherches, le *Cercosporella herpotrichoides* paraît le plus redoutable. Sur un Blé semé en octobre, les lésions du *Cercosporella* s'observent dès le mois de novembre. L'attaque de ce champignon se poursuit durant des hivers doux. Ce parasite a un pouvoir de dispersion dans l'espace que les quatre autres champignons étudiés, qui sont dépourvus de conidies, ne possèdent pas au même degré. Le *Cercosporella herpotrichoides* détermine assez souvent la verse, et peut occasionner aussi l'échaudage. Enfin, il lui arrive de tuer les jeunes semis de Blé.

L'*Ophiobolus graminis*, qui provoque assez fréquemment l'échaudage, n'attaque généralement sérieusement les Blés qu'à partir du printemps. Se basant sur leurs observations en plein champ, aussi bien que sur leurs essais expérimentaux, Foex et Rosella déclarent que ce parasite paraît s'accommoder moins facilement que le précédent des assez basses températures automnales et hivernales. Les trois autres organismes se sont montrés moins redoutables que les deux précédents.

D'ailleurs, ces cinq champignons peuvent, dans une mesure qui varie suivant celui qu'on envisage, être considérés jusqu'à un certain point comme des parasites de faiblesse. Les études semblent donc devoir être orientées vers la recherche de procédés tendant à relever la vigueur de la plante (1, 2).

Traitements à l'acide sulfurique (à 12 pour cent, 1.200 lit. à l'hectare). En 1931, ont été effectuées deux catégories d'essais : 1° dans un champ d'un hectare ; 2° dans de petites parcelles. Seuls, les résultats des essais de la seconde catégorie peuvent être actuellement fournis. Deux traitements (18 mars - 7 mai) ont été appliqués sur des parcelles d'égale superficie.

Dans l'ensemble, l'acide sulfurique a réduit le nombre des tiges malades (surtout dans le cas des parcelles gravement affectées). Ce résultat a été

(1) Foex (Et.) et Rosella (Et.). — Au sujet du Problème du Piétin du Blé (*Recueil de Travaux cryptogamiques dédiés à Louis* Mangin, *Laboratoire de Cryptogamie, Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, septembre 1931.)

(2) Foex (Et.) et Rosella (Et.) — Recherches sur le Piétin du Blé au cours de la campagne 1930-1931 (*C. R. Académie d'Agriculture*, T. xviii, n° 9, pp. 376-383, 2 mars 1932.)

acquis non seulement grâce à une action directe contre le Piétin, mais encore grâce à la destruction de nombreuses tiges malades.

La réduction du nombre des tiges malades peut être réalisée de trois façons : 1° par corrosion directe du champignon ; 2° par diminution de la lésion, qui s'évanouit, en quelque sorte, sur la gaine qu'a desséchée le traitement ; 3° par destruction des tiges malades.

2° *Rouille des Céréales.* — Les observations ont été faites par Mlle Barbier et Mattras.

Durant la campagne 1930-1931 les trois Rouilles se sont succédées suivant l'ordre qu'on peut considérer comme normal dans notre Pays : Rouille jaune : généralisation le 15 mai ; Rouille brune : généralisation le 10 juin ; Rouille noire : généralisation le 10 juillet.

Mattras, qui établit un classement des Blés d'après les notations effectuées au cours de la campagne, estime que les deux règles suivantes, qui ont été établies par Ducomet, se trouvent une fois de plus vérifiées :

1° une variété déterminée de Blé n'offre pas aux trois espèces de Rouille le même degré de sensibilité ou de résistance ;

2° aux divers stades de son développement, une variété déterminée de Blé n'offre pas le même degré de sensibilité ou de résistance vis-à-vis d'une espèce donnée de Rouille.

3° *Maladie verruqueuse* (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.). — Ce travail s'est poursuivi à Russ (Bas-Rhin) sous la direction de Ducomet et Foex, et dans les mêmes conditions que par le passé.

En dehors des cas exceptionnels, une concordance parfaite existe entre les résultats obtenus à Russ, et ceux qu'ont fournis les essais entrepris ailleurs (Angleterre, Ecosse, Hollande, Allemagne, Etats-Unis).

Plusieurs lignées d'une variété déterminée se comportent toutes de même au point de vue de la résistance, quelle que soit d'ailleurs leur origine. Une pomme de terre peut être résistante au *Synchytrium endobioticum* et sensible au *Phytophthora infestans* ou vice-versa. La dégénérescence — quelles qu'en soient et la forme et la nature — n'exerce aucune influence sur la manière dont une Pomme de terre se comporte vis-à-vis du *Synchytrium endobioticum*. Les variations qui ont pu être observées (Favoriet décolorée, Merveille d'Amérique décolorée, Czarine blanche, Roode Star panachée) n'influent pas sur la résistance ou la sensibilité.

Ducomet a fait éprouver à Russ les variétés de semis — semis simples ou produits de croisements artificiels — qu'il a obtenus. La possibilité de régénération par reproduction sexuée n'est pas apparue. Théoriquement possible, l'acquisition de la résistance n'a pas été observée. Au contraire, des variétés résistantes telles que Blanchard (Françaises), Shamrock (Anglaises), Hindenburg (Allemandes), ont engendré des produits sensibles. On

sait que la plupart de nos variétés sont hétérozygotes et le caractère sensibilité est largement dominant.

En ce qui concerne le croisement, on a naturellement plus de chances d'obtenir des formes résistantes par association de géniteurs résistants. Cependant, le croisement entre résistante et sensible n'engendre pas uniquement des susceptibles.

Les *Solanum Commersonii*, *S. Caldasii*, ainsi que trois variétés sur cinq originaires de Colombie et de l'Uruguay, se sont révélées sensibles. Les Tomates Groseille et Cerise sont plus sensibles que nos variétés communément cultivées.

4° *Maladies du Peuplier. — Chancre :* En liaison avec Régnier (Rouen), Diehl cherche à déterminer : *a*) la cause de la maladie ; *b*) la résistance de diverses variétés de Peuplier. Les travaux sont effectués à Versailles et à la pépinière expérimentale de Cuts, près Noyon (Oise), établie par Chanthomme, dans un terrain gracieusement mis à la disposition de l'Institut des Recherches Agronomiques par la Baronne de Langlade. Diehl s'efforce d'établir si l'un des organismes, qu'il a isolés, peut être considéré comme la cause de la maladie. Avec Régnier, il tâche de mettre en évidence le rôle que certains insectes peuvent jouer en tant que propagateurs de l'infection.

5° *Maladies des Plantes maraîchères. — Maladie de l'Epinard* (*Pythium ultimum* Trow.). — Des semis effectués tous les quinze jours à partir du 25 août 1930 ont permis à Labrousse de constater que, seuls, les semis des 25 août et 10 septembre sont susceptibles de contracter la maladie qui ne s'est manifestée qu'après la première récolte, et a sévi ensuite durant tout le reste de la végétation de la plante. Des porte-graines examinés en mai, époque de la floraison, révèlent l'existence du mycélium de *Pythium ultimum* dans tous leurs organes. A ce stade végétatif, l'affection se traduit par un rabougrissement généralisé de la plante ou une abondance anormale des ramifications de la hampe florale.

Sclerotinia libertiana (Lib.) Fuckel sur Laitues. — Le type Batavia blonde A3 n'a point été atteint à Versailles, mais l'a été à Avignon.

Dans le but de rechercher un type commercial satisfaisant pouvant servir de géniteur dans la création d'un hybride résistant avec le type Batavia blonde A3, une collection de 100 variétés de Laitues d'origine française ou étrangère a été constituée par Labrousse. Il lui a été ainsi permis de reconnaître les hautes qualités de la variété Reine de Juillet : pomme volumineuse, très serrée, montant lentement. L'hybridation de ce type avec la Batavia blonde A3 sera tentée l'an prochain.

Accessoirement, il a été donné de constater la très grande susceptibilité que toutes les variétés étudiées offrent à *Bremia lactucae* Regel.

Sclerotinia minor Jagger. — Des échantillons reçus, au printemps, de cultures précoces de Laitue (Loire) et de Scaroles (Var) révèlent à Labrousse que *S. minor* isolé pour la première fois d'échantillons reçus d'Alsace à la même époque est très répandu dans ces conditions de températures relativement basses régnant dans les cultures printanières (1).

La formation d'apothécies en culture pure a permis de vérifier strictement la valeur du critérium physiologique de cette espèce qui avait été établi sur ses simples caractères culturaux en présence d'indicateurs.

Anthracnose du Pois-Chiche (*Ascochyta rabiei* (Passerini) Nov. Comb.). — De nouvelles recherches sur cette maladie (2) démontrent la stricte spécificité du parasite à l'égard du Pois-Chiche.

Sur 167 types de *Cicer arietinum*, reçus des principales régions où cette plante fait l'objet de cultures importantes (Midi de la France, Afrique du Nord, Espagne, Grèce, Indes Anglaises, Russie) onze sont restées indemnes ou n'ont été que peu éprouvées par l'attaque du parasite. L'indépendance que la date des semis a sur le comportement de ces types quant à leur réceptivité a été établie.

Maladies des Légumineuses, provoquées par Ascochyta spp. — Dans le but de rechercher les conditions d'apparition de diverses maladies que les *Ascochyta* provoquent chez les Légumineuses, Labrousse a constitué une collection comprenant 160 types appartenant aux genres, espèces et variétés les plus diverses (Légumineuses potagères, fourragères et ornementales).

Une maladie bactérienne des Haricots. — De plantes présentant des lésions foliaires assez semblables à celles résultant des attaques de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.) et Magn.) Br. et Cav., mais s'en distinguant nettement par une auréole vert jaunâtre, les entourant, il a été isolé une bactérie, qui est bien l'agent pathogène ainsi que des inoculations l'ont démontré à Labrousse. Les symptômes précédents et les premières recherches relatives aux ractères culturaux de cet organisme autorisent à le rattacher provisoirement à *Pseudomonas medicaginis* var. *phaseolicola* Burkholder. Des 30 variétés de Haricots qui ont été infectées en pleine terre avec cette bactérie, seule celle dénommée « nain abondant » s'est montrée résistante.

Dépérissements des Fraisiers. — Les caractères présentés par les Frai-

(1) Labrousse (F.). — La maladie des Laitues en Alsace et le Sclerotinia minor (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie agricole*, T. xvii, nos 6-9, pp. 369-374, octobre-novembre 1930.)

(2) Labrousse (F.). — L'Anthracnose du Pois-Chiche (2e note) (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie agricole*, T. xviii, n° 6, pp. 226-231, juin 1931.)

siers dépérissants permettent de reconnaître trois types distincts ou combinés sur une même plante : 1° enroulement ; 2° frisolée ; 3° nanisme.

Les diverses appellations proposées pour classer les types de dépérissements observés ne préjugent aucunement de l'existence d'une analogie avec les maladies de dégénérescence de la Pomme de terre.

Dans l'ensemble, des observations qui ont pu être faites, amènent à admettre une influence prépondérante des conditions du sol sur l'apparition de ces dépérissements du Fraisier.

6° *Recherches physiologiques sur les Champignons parasites.* — Ces études ont été effectuées par LABROUSSE. Grâce à une technique personnelle (cultures sur milieux gélosés additionnés d'indicateurs colorés) il a recherché l'influence de la nature de l'aliment azoté sur le changement de réaction au cours du développement (1).

Certains champignons tels que *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth. et *Verticillium Dahliae* Kleb. modifient très rapidement la réaction du milieu par un mécanisme semblant devoir être interprété comme consistant en une absorption sélective de certains ions, suivant un mécanisme en grande partie passif, puisque ce changement de réaction se réalise avant tout développement perceptible des organismes qui le provoquent.

D'autres champignons tels que *Sclerotinia libertiana* (Lib.) Fuck. et *Sclerotinia minor* Jagger ne changent la réaction du milieu qu'autant que leur développement y est possible.

Mme LABROUSSE a fait des recherches sur les champignons suivants, qui sont parasites des Céréales : *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not., *Ophiobolus herpotrichus* Sacc., *Wojnowicia graminis* (Mc Alpine) Sacc., *Ophiobolus graminis* Sacc., et *Cercosporella herpotrichoides* Fron.

Cultivés sur milieux synthétiques additionnés d'indicateurs, les champignons manifestent des comportements permettant de les classer dans l'une ou l'autre des grandes catégories établies par de précédentes recherches relatives à l'influence de la nature de l'aliment azoté sur l'allure des changements de réaction provoqués par ces champignons.

Section B. — Carie du Blé, Maladies des Arbres et des Plantes d'Ornement

1° *Carie du Blé.* — Poursuivant en 1930-1931 les essais entrepris les années précédentes, G. ARNAUD et Mlle GAUDINEAU ont étudié les questions suivantes :

(1) LABROUSSE (F.). — Changements de réaction observés au cours du développement de quelques champignons. Influence de la nature de l'aliment azoté (*C. R.* T. XIICC, p. 980, 1931.)

a) *Action des anticryptogamiques* : Il n'a été essayé qu'un petit nombre de produits choisis parmi ceux qui avaient précédemment donné de bons résultats ; aussi les infections ont-elles dans tous les cas été peu nombreuses.

TABLEAU I. — *Essais de traitements (Trempages et Poudrages).*

Désignation des essais	Nature des produits	Semis I	Poucentage d'épis cariés					Moy. des 6 sem.	Moy. de I et III
			S. II	S. III	S. IX	S. XIX	S. XX		
Formol à 0,25 pour cent....	Trempage	0,04							0,02
Lavage et B. bordelaise c...		0		0					0
B. bordelaise caséinée		0,04	0	0,45	3,03	0	0,14	0,65	0,23
Chlorure cuivreux	Poudrage	0	0,04	0.04	0	0	0	0,02	0,02
Oxychlorure de cuivre		0,13		0,38		0			0.22
Témoin : Bon Fermier		13,25	19	36,82	40,76	3,66	7,50	24,56	24,77

Les conclusions suivantes peuvent être tirées des essais : 1° dans les conditions d'un hiver moyen de la région de Paris, la différence d'efficacité entre les trempages et les poudrages est faible, pourvu qu'on ait recours aux meilleurs produits dans les deux cas ; mais chaque mode de traitement comporte des variations considérables suivant la substance anticryptogamique utilisée.

Parmi les méthodes dont il a été fait usage en 1930-1931 : *a*) les trempages au Formol et à la bouillie bordelaise caséinée (celle-ci précédée de lavages à l'eau) ; *b*) les poudrages par le chlorure cuivreux et, à un degré un peu moindre, par l'oxychlorure de cuivre donnent des résultats pratiquement parfaits.

2) Les conditions physiques existant au moment du semis jouent un rôle important dans l'intensité de l'infection ; les semis à l'automne et au printemps étant moins atteints que ceux de la période intermédiaire.

3) Aucune variété de Blé de grande culture utilisable dans la région parisienne ne présente de résistance suffisante pour dispenser de faire des traitements, les différences qui existent entre les diverses variétés n'ont par suite aucune importance pratique dans les conditions ordinaires de la culture.

4) La sensibilité relative des diverses variétés se montre variable, en apparence au moins ; mais les résultats obtenus doivent subir l'influence des conditions de milieu.

b) *Sensibilité des variétés à la Carie :* G. ARNAUD et Mlle GAUDINEAU ont, à la demande de la Station d'Amélioration des Plantes, éprouvé un certain nombre de variétés de Blé.

2° *Tavelure du Poirier* (*Fusicladium pirinum* (Lib.) Fuck). — G. ARNAUD et BARTHELET ont traité à la bouillie bordelaise arsenicale (2 pour cent de sulfate de cuivre et 0,25 pour cent d'arséniate de plomb) à trois époques différentes : 9 avril (juste avant la floraison), 11 mai (fin floraison), 27 mai. La Doyenné d'Hiver, qui, lorsqu'elle n'a pas été protégée par une pulvérisation, a été fortement attaquée, a été efficacement préservée par le traitement.

3° *Tavelure du Pommier* (*Fusicladium dendriticum* (Wall.) Fuck.). — G. ARNAUD et BARTHELET ont assuré une bonne protection (en particulier de la Calville blanc, seule variété notablement attaquée, en traitant avec une bouillie bordelaise à 1 pour cent, additionnée de 0,25 pour cent d'arséniate de plomb, le 6 mai (début floraison), 23 mai (fin floraison)., 11 juin.

4° *Blotch fumeux du Pommier* (*Gloeodes pomigena* Colby). — G. ARNAUD et BARTHELET ont signalé et décrit cette maladie (1).

5° *Maladies des Arbres d'Alignement.* — ARNAUD et BARTHELET, poursuivent leurs recherches sur le dépérissement des Ailantes dans les plantations de la Ville de Paris. Les essais d'infection de 1931 confirment le rôle infectieux du *Verticillium Dahliae* Kleb (2). ARNAUD et BARTHELET ont constaté que le *Graphium Ulmi* Schwarz est toujours présent dans les Ormes dépérissants et qu'il paraît être le principal agent pathogène (3).

6° *Maladies des Plantes d'Ornement.* — Certaines maladies paraissent susceptibles de se transmettre par les organes utilisés pour la multiplication : graines, tubercules, etc., on a par suite essayé de procéder à la désinfection de ces semences. Les expériences de M. G. ARNAUD et Mlle GAUDINEAU ont porté sur l'action du formol sur la vitalité des graines traitées :

a) *Désinfection des graines de Reine-Marguerite* (*Callistephus sinensis*) par le Formol (solution à 0,25 pour cent pendant 1, 5, 20, 60 minutes). Ces

(1) ARNAUD (G.) et BARTHELET (J.). — Une maladie nouvelle des Pommes (Le Blotch fumeux (Glocodes pomigena Colby) (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie agricole*, XVIII, 3-4 mars-avril 1931.)

(2) ARNAUD (G.) et BARTHELET (J.). — Recherches sur le dépérissement des arbres d'alignement (*Annales des Epiphyties*, T. XVII, n° 4, pp. 249-323, fig. I, 43, pl. I-VII, juillet-août 1931.)

(3) ARNAUD (G.) et BARTHELET (J.). — La Maladie de l'Orme (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie agricole*, T. XVIII, n° 2, pp. 28-32, fig. 1, pl. II, février 1931.)

essais étaient faits en vue de la lutte contre le *Fusarium conglutinans* Woll. var. *Callistephi* qui cause une grave maladie des Reines-Marguerites.

b) *Désinfection des tubercules de Bégonia.* — Contre le *Dematophora necatrix* R. Hartig, on a utilisé le Formol à 0,25 pour cent (pendant 1, 5, 20, 60, 180 minutes) et la bouillie bordelaise caséinée (à 2 pour cent de sulfate de cuivre) (pendant 20 minutes et 1, 3, 19 heures).

Il s'agissait d'organiser la lutte contre le *Dematophora necatrix* R. Hartig qui avait envahi les lots de tubercules pendant la conservation hivernale.

STATION DE ZOOLOGIE AGRICOLE DU SUD-OUEST
(STATION ENTOMOLOGIQUE DE BORDEAUX)

Rapport de M. J. Feytaud, *Directeur*

I. — Doryphore de la Pomme de terre
(*Leptinotarsa decemlineata* Say)

Comme précédemment, la Station a dû s'occuper surtout du Doryphore. Les travaux sur cet insecte, effectués avec la collaboration de M. Trouvelot et du laboratoire de campagne, ont permis de poursuivre certaines observations biologiques, en même temps que d'autres concernant la destruction naturelle et les moyens de lutte.

A. *Observations biologiques.* — M. Bruneteau a continué ses investigations sur l'anatomie et la physiologie du Doryphore, en étudiant l'appareil respiratoire.

Les données relatives à la résistance au jeûne ont été confirmées par de nouvelles remarques : des hibernants provenant de la deuxième génération de 1930, isolés à partir du mois de mars, étaient encore vivants et entraient une seconde fois en terre au mois d'octobre, sans avoir pris la moindre nourriture durant toute la saison.

Les essais d'alimentation de larves et d'adultes au moyen des fleurs et des fruits de la Pomme de terre ont parfaitement réussi. Quant aux tubercules, certains adultes s'en sont alimentés de façon prolongée et les ont creusés profondément, montrant qu'il leur est possible de se cacher éventuellement à leur intérieur et de s'y mettre en état d'hibernation si le froid survient sur ces entrefaites.

Parmi les plantes de la famille des Solanées, le Tabac, le Pétunia, le Piment, le Physalis et quelques autres, offerts comme nourriture à des lots de Doryphores adultes et larves, n'ont pas été acceptés volontiers et n'ont

pas permis l'évolution complète. Le Datura, la Jusquiame, la Belladone ont été attaqués beaucoup plus franchement, ainsi que la Morelle.

Pour la Tomate, il y a eu d'assez grandes divergences selon les variétés; nos observations et celles de M. TROUVELOT confirment que le revêtement pileux de cette plante s'oppose à l'attaque habituelle de son parenchyme par les jeunes larves.

M. CADENAT a obtenu, à partir de Doryphores naissants, le développement jusqu'à l'âge adulte pour 11 individus sur 48 avec le Datura, 11 sur 49 avec la Tomate, 3 sur 50 avec la Morelle.

L'Aubergine et la Douce-Amère, dont le feuillage est dévoré tout aussi bien, sinon mieux, que celui de la Pomme de terre, ont permis d'obtenir un pourcentage d'évolution beaucoup plus élevé (23 sur 30 et 13 sur 15), avec une durée nettement plus courte que dans tous les cas précédents.

Les fruits verts de la Douce-Amère et ceux de la Morelle noire ont été acceptés, tandis que ceux du Physalis, du Piment et de la Tomate ont été délaissés ; de tous, celui de l'Aubergine a été le plus attaqué, du moins par les adultes.

L'essai d'alimentation avec des plantes autres que les Solanées n'a guère donné de résultats positifs. Une attaque franche a été notée cependant, en cage, par M. TROUVELOT sur la Renoncule âcre (*Ranunculus acris*).

B. *Ennemis naturels.* — Des essais d'élevage en mauvaises conditions de milieu ont permis de confirmer d'une part l'influence du défaut d'alimentation sur la taille des insectes, d'autre part l'action de l'humidité comme cause favorisante des maladies bactériennes et du *Beauveria*.

M. BRUNETEAU s'est attaché spécialement à l'étude de sujets paraissant affectés par des maladies.

M. TROUVELOT a noté la présence sur des pontes de Doryphore d'un petit Hyménoptère parasite, dont il n'a malheureusement pas été possible de suivre le développement.

M. CADENAT a constaté l'attaque fréquente des Doryphores (adultes et larves) par l'*Ocypus olens*, le *Calathus melanocephalus* et la Mante religieuse.

C. *Traitements insecticides.* — Les expériences pour l'application du gaz cyanhydrique sous tente en vue de la destruction des Insectes du feuillage et du sol n'ont pas donné de résultats pratiques.

Des essais comparatifs de suspension avec ou sans adhésif, effectués les uns sur feuillage, les autres sur plaques de verre, ont fait ressortir, pour le bouillies simples, une durée d'action égale ou supérieure à celle des mêmes bouillies additionnées de caséine, de fiel de bœuf ou de sulforicinate de soude.

Au cours de l'essai comparatif de diverses poudres à base d'arséniate de chaux, certaines se sont montrées aussi adhérentes que des bouillies.

Les expériences organisées, soit en Gironde, soit en Charente et en Haute-Vienne, avec plusieurs produits nouveaux, n'ont pas été suivies de résultats susceptibles de modifier la méthode de lutte précédemment adoptée. L'étude des fluosilicates mérite d'être reprise, de même que celle des poudres de schistes bitumineux et celle de l'alginate de cuivre arséniaté.

Les poudrages à l'arséniate de chaux se sont toujours montrés fort efficaces, aussi bien dans les essais de laboratoire que dans les applications en grand faites en Limousin sous la surveillance de M. Trouvelot. Ils permettent de traiter une superficie plus grande dans le même temps et de mieux atteindre toutes les parties du feuillage ; il est vrai que les poudres se maintiennent, en général, moins longtemps que les bouillies, surtout par temps pluvieux, et que leur prix de revient est beaucoup plus élevé. Les poudrages ne sauraient donc remplacer partout les pulvérisations ; mais ils peuvent rendre service pour intensifier le traitement des foyers massifs du Limousin, sous réserve d'une surveillance constante et de toutes les précautions qu'exige le maniement des produits. Les essais qui les concernent méritent d'être continués, en même temps que ceux des bouillies mixtes (cupro-arsenicales), qui offriront un grand intérêt pour les applications futures.

II. Insectes du Pin maritime

Les observations sur *Dioryctria splendidella* Herr. Schäff. et sur les dégâts occasionnés par cette Pyrale ont été continuées.

A cette occasion, M. Cadenat a recueilli de nouveau, auprès des écoulements de résine, un certain nombre de femelles de la Cochenille *Monophlebus fuscipennis* Burm. Les femelles encore actives circulent sur les écorces; celles qui sont prêtes à pondre se trouvent généralement blotties sous des anfractuosités, au voisinage des écoulements provoqués par les *Dioryctria*. Leurs œufs, au nombre de plusieurs centaines, sont dans des sacs cireux blanchâtres, d'apparence cotonneuse.

Il a été recueilli également des cocons renfermant des nymphes, d'où les mâles sont sortis dans la seconde quinzaine de juin. Les tentatives faites pour obtenir l'accouplement en captivité n'ont cependant pas réussi.

L'éclosion des œufs s'est produite au bout de 50 jours environ. Des larves naissantes ont été placées sur de jeunes Pins préparés pour les recevoir, mais leur élevage dans ces conditions n'a pas abouti.

Un certain nombre de femelles ont succombé au parasitisme, leur cadavre donnant bientôt chacun une mouche, dont la sortie s'est produite

du 25 juin à la fin de juillet. Il a été recueilli quelques grosses femelles contenant une douzaine de pupes.

Certains *Monophlebus* ont donné aussi de petits Hyménoptères

III. — Insectes nuisibles aux Arbres fruitiers

M. Feytaud, poursuivant ses observations sur le Ver cordonnier des prunes, a encore obtenu, par élevage à partir des prunes véreuses de la vallée du Lot, uniquement l'espèce *Hoplocampa ferruginea* Panz. (= *flava* L.), ce qui confirme la haute prédominance actuelle de ladite espèce dans cette région, par rapport à *H. minuta* Thomps. (*fulvicornis* Panz.), à laquelle elle semble s'être substituée depuis 20 ans.

Dans des essais comparatifs en pots, garnis soit de terre normale, soit de terre additionnée de tel ou tel produit (entre autres : paradichlorobenzène, naphtaline ou cyanure de calcium), on a constaté qu'avec le même nombre de prunes (83), de même provenance, il ne s'était formé au printemps 1931 aucun Hoplocampe adulte dans les divers lots traités, sauf dans celui au cyanure qui en produisit un, tandis qu'il s'en était développé respectivement 6, 4 et 9 dans les trois lots témoins. Il apparaît donc que certaines substances incorporées à la terre peuvent entraver le développement de l'Insecte.

La présence de l'*Anisandrus dispar* sur beaucoup de Pêchers mourants ou morts depuis peu a donné lieu à une enquête et à des observations, au cours desquelles on a noté : que les attaques de ce Coléoptère portaient uniquement sur des arbres en train de dépérir ; que ces arbres étaient atteints pour la plupart vers l'âge de 4 ou 5 ans et de façon brutale, présentant tous une zone d'altération entre le niveau du sol et la naissance des grosses racines ; que le mal était plus grand dans les sols argileux et que, pour un même terrain, il sévissait davantage sur les sujets plantés le plus profondément.

IV. — Insectes et Myriapodes nuisibles au Maïs

M. Larrieu a fait sur la Scutigerelle (*Sc. immaculata* Newp.) un travail de diplôme d'études supérieures, dans lequel il étudie l'anatomie et le comportement de ce Myriapode Symphyle, tandis que M. Bruneteau a surveillé les foyers d'attaque du Puceron souterrain *Tetraneura ulmi*. Ils ont ensemble essayé divers produits aux environs de Mugron dans des champs où devait être semé ensuite du Maïs. Ces substances : sulfate d'ammoniaque, cyanamide, nitrate de chaux, sylvinite, répandus chaque fois sur un are, n'ont pas donné de résultats nets. Il en fut de même pour les applications

d'insecticides tels que : paradichlorobenzène, carbure de calcium, cyanure de calcium, phosphure de zinc.

Ces expériences sont très difficiles à mener à bien à cause du déplacement des foyers d'invasion d'une année à l'autre et de leur répartition en taches irrégulières. Seules, de patientes recherches permettront d'assurer un remède efficace. Des applications de crud ammoniaque et de sylvinite en plus grande surface, effectués soit par la Direction des Services agricoles, soit par des propriétaires, semblent cependant avoir produit des effets avantageux.

V. — Insectes auxiliaires

Outre les observations faites sur les prédateurs du Doryphore et sur les parasites du *Monophloebus fuscipennis*, la Station a continué à multiplier et à diffuser l'*Aphelinus mali*, en faisant parvenir les éléments d'un élevage aux propriétaires ou exploitants qui avaient à se plaindre des méfaits du Puceron lanigère. Les nouveaux points d'élevage ainsi établis sont : Bourcefranc, Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure) ; Membrolle-sur-Choisille (Indre-et-Loire) ; Lezay, Saint-Maixent, Parthenay (Deux-Sèvres) ; Périgueux, Thiviers (Dordogne) ; Foix (Ariège) ; Hèches (Hautes-Pyrénées) ; Mimizan, Mauvezin-d'Armagnac (Landes) ; Le Houga (Gers) ; Gradignan (Gironde).

La visite des centres précédemment institués indique presque partout la réussite, avec une assez large progression naturelle.

Les essais d'élevage de *Novius cardinalis*, à la suite des envois reçus d'Antibes pendant l'été 1930, semblent avoir donné des résultats positifs sur les trois points choisis : Biarritz, Bayonne et Anglet. Ils ont été renforcés en 1931 par de nouveaux apports.

VI. — Divers

Les autres travaux poursuivis par la Station ont eu pour objet les vers gris du Tabac, les Termites, le *Deilephila* (*Celerio*) *lineata*, var. *livornica*, les parasites de *Calliphora*.

M. Bruneteau, qui a publié un catalogue des Hémiptères-Hétéroptères de Normandie, à la suite de recherches commencées à Rouen, a poursuivi ses études de systématique sur les Capsides en même temps que des observations biologiques sur quelques espèces.

M. Cadenat, ayant trouvé des œufs d'*Euchloe crameri* Butler sur *Sinapis arvensis*, a obtenu au cours de la même année la forme *esperi* Kirby, que certains auteurs considèrent comme alternant avec la forme type à une année d'intervalle.

STATION DE ZOOLOGIE AGRICOLE DU SUD-EST
(STATION ENTOMOLOGIQUE DE SAINT-GENIS-LAVAL)

Rapport de M. A. Paillot, *Directeur*

I. Biologie d'Insectes nuisibles. — 1° *Pucerons du Poirier et du Pommier.*

Les nouvelles recherches effectuées cette année ont permis d'établir que le nombre des espèces susceptibles de s'attaquer au Poirier est plus considérable qu'on ne le pensait. C'est ainsi qu'il a été observé 2 espèces de Pucerons noirs connus surtout comme hôtes de plantes herbacées : *Aphis atriplicis*, très commun en automne sur Chénopode et rencontré également sur Fève pendant le mois de novembre ; *Aphis rumicis*, très abondant au printemps sur Rumex. La première espèce a été trouvée en juin sur les nouvelles pousses du Poirier ; elle ne recroqueville pas les feuilles comme *Aphis pyraria*. Le Puceron noir du Pommier, qui se multiplie également sur Poirier et qui avait été identifié en 1930 avec *Aphis sorbi* de Kaltenbach, semble devoir être rapproché de l'espèce décrite par Buckton sous le nom de *Aphis aucupariae* et rencontrée par lui sur *Sorbus aucuparia* et *Pyrus torminalis*. Elle détermine l'enroulement des feuilles avec épaississement et décoloration partielle du parenchyme foliaire. Les espèces précédentes sont donc à ajouter à celles mentionnées antérieurement sur Poirier et qui sont : *Aphis mali*, *A. pyraria* et *Aphis sorbi*. Nous rappelons sur le Pommier, en dehors du Puceron lanigère, la présence d'*Aphis sorbi* et d'*A. mali*.

2° *Pucerons du Noyer.* — Des deux espèces s'attaquant habituellement aux feuilles de Noyer, seule *Ptychodes juglandis* Frisch. a été rencontrée en assez grande abondance cette année dans la vallée de l'Isère. Les dégâts causés ont été cependant peu importants et n'ont pas nécessité de traitement particulier. Les générations parthénogénétiques ailées et aptères se sont succédées pendant toute la belle saison sans émigration sur un hôte intermédiaire. La génération sexuée apparaît dès la première quinzaine d'octobre. Le mâle ailé et la femelle aptère diffèrent peu des femelles vivipares ailées et aptères. La femelle pond ses œufs sur les jeunes rameaux.

II. Procédés de lutte contre les insectes nuisibles. — 1° *Traitements contre les Anthonomes du Poirier.* Deux traitements à la bouillie bordelaise arsénicale ont été effectués à Quincieux (Rhône) après la récolte

dans une plantation habituellement très attaquée par les Anthonomes. L'examen comparatif des boutons à fleur de cette plantation et des plantations voisines non traitées a montré que le traitement avait eu une efficacité très marquée contre les parasites. La proportion des boutons à fleur piqués en automne est à peine le quart de ce qu'elle était les années précédentes.

Les observations faites dans une plantation de Poiriers traitée méthodiquement depuis 1926 en hiver avec l'émulsion d'huile anthracénique en bouillie bordelaise et au printemps avec la bouillie bordelaise arsénicale (2 pulvérisations) ont montré que la multiplication des Anthonomes subissait un ralentissement considérable à la suite de ces pulvérisations.

2° *Traitements contre la Cécidomyie des poires.* — A la suite d'un traitement d'hiver effectué à la bouillie cupro-anthracénique, peu avant l'apparition des adultes, sur un Poirier haute tige très attaqué habituellement par la Cécidomyie des poires, il a été constaté que les dégâts causés par le parasite avaient été considérablement diminués. Des constatations analogues ont été faites dans une plantation de Poiriers traitée chaque année avec la même émulsion.

3° *Traitements des Pêchers contre le Puceron vert* (*Hyalopterus pruni*). — Des traitements comparatifs ont été faits dans une plantation de Quincieux avec bouillie nicotinée au savon blanc, décoction de quassia et émulsion d'huile blanche (huile de paraffine). La bouillie nicotinée s'est montrée nettement plus efficace contre les Pucerons que les deux autres formules ; la nicotine reste donc l'insecticide de choix contre le Puceron comme d'ailleurs contre les Pucerons en général.

4° *Traitement des Noyers.* — Les expériences commencées en 1930 avec la collaboration des services agricoles de la Compagnie P.-L.-M. ont été continuées en 1931 dans le champ d'expériences de Tullins (Isère). Une partie de la plantation a été pulvérisée avec l'émulsion d'huile anthracénique en bouillie bordelaise le 2 avril. Au cours de l'été, l'ensemble de la plantation, à l'exception de 3 arbres laissés comme témoins, a été pulvérisé 2 fois avec bouillie bordelaise arsénicale (1 % de sulfate de cuivre, 1,5 % de fleur de chaux et 0,5 % d'arséniate de chaux) le 13 juin et le 13 juillet. En outre, des bandes-pièges en carton ondulé ont été placées fin août sur tous les arbres du champ d'expérience ainsi que sur les arbres des plantations voisines.

Les résultats obtenus à la suite de ces différentes pulvérisations ne peuvent être chiffrés pour le cas particulier du Ver des noix (Carpocapse) en raison de l'absence presque complète de parasites : la proportion des noix véreuses, dans les plantations n'ayant subi aucun traitement n'a pas dépassé 1 %. Le nombre des chenilles capturées dans les bandes-pièges était de même beaucoup moins important qu'en 1930 : il ne dépassait guère 4 par bande, alors

qu'il s'élevait fréquemment à 40 et même 50 l'année précédente. Par contre, l'action des bouillies contre les maladies cryptogamiques du feuillage a été très marquée ; les feuilles des arbres traités sont tombées plus tard que celles des arbres témoins et présentaient beaucoup moins de taches noires que ces dernières

5° *Question des appareils à pulvériser à grand débit.* — De nouveaux progrès ont été réalisés cette année dans la voie de la construction en France et de l'utilisation en arboriculture fruitière des appareils de pulvérisation à grand travail. De nouveaux constructeurs ont entrepris la fabrication de ces appareils dont j'ai exposé les caractéristiques générales dans un programme de concours-exposition organisé par la Chambre régionale d'agriculture de Lyon. Une exposition d'appareils organisée à Vienne le 14 novembre à l'occasion d'une conférence sur le traitement des arbres fruitiers suivie d'une démonstration de traitement d'hiver, a réuni plus de 10 modèles différents dont 6 motopulvérisateurs.

III. Contribution à la propagande pour la généralisation des traitements insecticides et anticryptogamiques des arbres fruitiers. — La généralisation du traitement méthodique et rationnel des arbres fruitiers est en voie de réalisation dans la région lyonnaise et les régions limitrophes grâce à l'action entreprise par les Chambres d'agriculture, les Offices agricole, les Services agricoles de la Compagnie P.-L.-M., les organisations agricoles syndicales avec la collaboration technique de la Station de Zoologie agricole. La méthode a fait l'objet d'un tract édité par l'Office agricole régional de l'Est-central et répandu dans tous les départements dépendant de cet Office. Un deuxième tract concernant plus spécialement les traitements de printemps des Poiriers, Pommiers et Pruniers a été édité par les soins de la Chambre régionale d'agriculture de Lyon et par l'Union des Syndicats agricoles du Sud-Est.

De nombreuses démonstrations publiques avec conférence ont été organisées dans le Rhône, la Loire, le Puy-de-Dôme, l'Isère, la Haute-Savoie. Cette action de grande envergure entreprise dans une des régions fruitières les plus importantes de France a déjà donné de très importants résultats ; l'unité d'action a été réalisée grâce à la collaboration technique de la Station. Elle sera poursuivie par l'Inspection régionale du Service de la Défense des Végétaux suivant les mêmes directives.

IV. Recherches sur le parasitisme et la symbiose chez les Pucerons. — Ces recherches, commencées en 1929, ont été continuées cette année et ont donné des résultats particulièrement intéressants. Les espèces suivantes ont été étudiées : *Aphis atriplicis*, *A. pyraria*, *Chaito-*

phorus lyropictus, *Macrosiphum tanaceti*, *Ptychodes juglandis*, *Aphis* sp. hôte du Plantain.

Chez *A. atriplicis*, on observe de grandes variations dans le parasitisme bactérien normal : à côté d'individus ne renfermant qu'un petit nombre de bactéries, on en rencontre d'autres qui sont en véritable état d'infection bactérienne. On constate chez ces derniers l'existence de réactions d'immunité de types humoral et cellulaire. Les formes géantes se rencontrent dans les cellules adipeuses et les éléments du sang qui se comportent ainsi comme des sortes de mycétocytes.

Chez *A. pyraria*, les bactéries qui représentent la forme originelle des symbiotes normaux se rencontrent en assez grande abondance dans les espaces interstitiels du corps adipeux. Les bactéries ne pénètrent pas dans les cellules adipeuses. Des observations analogues ont été faites chez un Puceron noir que l'on rencontre en août et septembre sur Plantain.

Chez *Chait. lyropictus* d'*Acer platanoides*, le tube digestif est en état d'infection microbienne. La lumière du tube, au moins chez les femelles parthénogénétiques des générations d'été apparaît bourrée de bacilles. Ceux-ci, passent dans le tube digestif des embryons, ce qui assure la transmission héréditaire du parasite. En automne, l'infection du tube digestif diminue ou même disparaît. Chez beaucoup de femelles ovipares récoltées à la fin d'octobre ou en novembre, on ne trouve plus qu'un très petit nombre de bactéries normales ; celles-ci peuvent même disparaître complètement ; il ne reste plus alors dans l'organisme que des formes symbiotiques ordinaires, les unes de grande taille, les autres en forme de cocci. L'aspect du mycétome est identique à celui de *Chaitophorus aceris*. Il semblerait donc que les deux espèces n'en forment qu'une seule en réalité. Cette thèse a été défendue autrefois par un certain nombre d'auteurs.

Chez *Macrosiphum tanaceti*, les formes de passage entre bactéries normales et formes symbiotiques ordinaires sont très nombreuses à certains stades d'évolution de l'Insecte. De même, chez *Ptychodes juglandis*, ces formes de passage sont extrêmement abondantes, en particulier chez les femelles ovipares.

Les faits nouveaux mis en évidence cette année permettent d'affirmer aujourd'hui que la symbiose, chez les Pucerons tout au moins, ne représente qu'un cas particulier d'immunité antimicrobienne naturelle. C'est une théorie nouvelle dont les conséquences peuvent être importantes en biologie générale.

V. — Sériciculture et apiculture. — Les observations nouvelles faites cette année sur la gattine du Ver à soie confirment les conclusions des années précédentes sur l'étiologie de cette maladie. Ayant conservé en tube scellé le contenu intestinal centrifugé d'un Ver à soie infecté

en juin 1929 avec ultravirus seul, les Vers qui ont ingéré une goutte de ce liquide en juin 1931 ont conservé par la suite les apparences de Vers normaux. Cependant, ceux qui furent sacrifiés avant la montée à la bruyère présentèrent les lésions de gattine; mais ces lésions sont moins étendues et moins profondes que chez les Vers infestés avec ultravirus frais. Aucun des Vers en expérience n'a présenté d'infection intestinale. L'absence de multiplication anormale du *Streptococcus bombycis* pendant l'évolution de la maladie bénigne ainsi déclanchée est un sérieux argument en faveur de la dualité d'origine de l'ultravirus et du Streptocoque. D'autres faits confirment cette manière de voir : ainsi des Vers à soie de même provenance que ceux expérimentés précédemment et élevés dans de mauvaises conditions hygiéniques ont présenté les symptômes de pseudo-flacherie avec multiplication abondante de diverses bactéries intestinales en particulier, de Streptocoques. Maladie intestinale à ultravirus et pseudo-flacherie à Streptocoques sont donc deux entités morbides essentiellement différentes et qui peuvent évoluer séparément ; mais, alors qu'il suffit de la présence de l'ultravirus pour déclancher les processus caractéristiques de la première, l'évolution de la seconde exige l'action préalable d'autres facteurs. En général, dans la pratique, c'est l'action pathogène de l'ultra-virus qui conditionne celle du Streptocoque.

L'attaque bénigne de gattine provoquée expérimentalement par l'ingestion d'ultravirus atténué confère-t-elle une immunité durable ? L'hypothèse est vraisemblable, mais n'a pu être vérifiée en raison du manque de matériel.

Des expériences de traitement de l'Acariose des Abeilles ont été entreprises au rûcher expérimental de la Station par M. Angelloz chargé de mission de l'I. R. A. sous le contrôle du Service vétérinaire. Les expériences sont en cours et les résultats définitifs ne seront connus qu'en 1932.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE ROUEN

Rapport de M. R. Regnier, *Directeur*

I. Rôle des Insectes dans la propagation du Chancre du Peuplier. — Les recherches commencées l'an dernier, en liaison avec la « Commission d'Etudes des Ennemis des Arbres et des Bois » et la Station centrale de Pathologie végétale, ont été activement poursuivies; elles ont permis de trouver dans les chancres une larve de Diptère (*Mycetobia pallipes*), qui en pénétrant dans le bois assure la propagation du chancre en profondeur (1) ; la biologie de cette Mouche, trouvée autre-

(1) Regnier. — Contribution à l'étude de la faune des chancres des Peupliers (*Mycetobia pallipes* Meigen), (*Bull. Soc. Amis Sc. Nat.* Rouen, juillet 1931.)

fois dans des chancres de l'Orme, a été étudiée en détail ; elle paraît être un agent actif de la dissémination de la maladie ; d'autres insectes ont également été mis en observation, notamment un *Neosciara*, une Sésie, dont la chenille ronge les jeunes sujets, ainsi que des Cicadelles (*Idiocerus populi*, *I. scurra*, *Aphrophora salicis*, *A. alni*). M. Regnier a pu mettre en évidence les traces de la succion de ces Homoptères et leurs relations avec certains renflements suspects. Les données expérimentales seront complétées en 1932.

Il ressort de ces études que la désinfection des plaies de taille ou autres s'impose dans les régions sujettes à la maladie, et que les bouillies insecticides, notamment celles à base d'huile d'anthracène, sont indiquées pour les traitements d'été en badigeonnage local sur les chancres qui coulent (1).

Des expériences ont été faites dans plusieurs plantations de la vallée de l'Oise avec l'huile d'anthracène, le permanganate, la bouillie sulfocalcique, la bouillie bordelaise, le carbolineum. Il convient surtout d'enrayer les écoulements, or, à cet égard, les produits dérivés des goudrons semblent les plus actifs.

La pépinière expérimentale de Cuts, près Noyon (Oise), comporte déjà plus de 600 sujets, appartenant aux variétés les plus importantes et provenant des régions les plus diverses. Elle est placée sous la surveillance de M. Granthomme, géomètre-expert, à Noyon, contrôleur du Service de Défense des Végétaux.

Une importante documentation a été réunie au laboratoire sur le Peuplier, ses variétés, ses ennemis ; elle facilitera les travaux ultérieurs.

II. Insecticides. — Des essais de désinfection de Cochenilles ont été faits avec des colorants organiques du commerce horticole ; les Cochenilles rondes (*Diaspis Leperei*, et *A. ostreaeformis*) sont détruites dans la proportion de 100 %, tandis que les Cochenilles mytiliformes résistent un certain temps ; à la suite du traitement, les boucliers de ces Diaspines se détachent, tandis que ceux de Mytilaspines restent adhérents, ce qui ne facilite pas le contrôle (2).

Des essais ont été effectués avec le pyrèthre concentré, et le laurate de nicotine ; les résultats ont été satisfaisants.

Les expériences de destruction de Moustiques dans les fosses d'aisance au moyen du White-spirit, additionné de pyrèthre (une ampoule de 2 cm3 de pyrèthre concentré dans un litre pour une fosse) se sont montrées très démonstratives ; en renouvelant ce traitement deux fois dans le cours de l'été, on arrive pratiquement à se débarrasser des Moustiques.

(1) Consulter : « Les Maladies des Peupliers », Bulletin N° 11, *Commission d'études des ennemis des arbres*, 1931.

(2) Consulter : *Bull. Amis Sc. Nat. Rouen*, séance du 10 décembre 1931.

III. Etudes sur les Insectes nuisibles aux cultures. — M. FAVARD a poursuivi ses études sur la biologie des Mineuses et des Tordeuses des Arbres fruitiers, et tout spécialement de *Cemiostoma scitella*, très abondant en Haute-Normandie, où ses dégâts sont parfois importants. La chenille dévore uniquement le tissu palissadique, respecte le tissu lacuneux sous-jacent, et l'épiderme supérieur, et mène une vie absolument aseptique. M. FAVARD a obtenu en abondance un parasite du groupe des *Pezomachus* (1).

Les recherches de M. FAVARD sur la Teigne du Poireau ont confirmé l'importance de la génération de septembre dans la région du Nord-Ouest ; pour en enrayer les dégâts, il suffit généralement de récéper tous les Poireaux suspects fin juin et juillet.

IV. Travaux de systématique. — Un catalogue de M. BRUNETEAU sur les Hétéroptères de Normandie vient de paraître dans les Actes du Muséum de Rouen (2). M. REGNIER prépare celui des Homoptères. Ces catalogues sont établis en grande partie d'après les importantes collections que possède maintenant la Station.

V. Organisation de la défense des végétaux. — Un important mémoire de M. REGNIER est paru en 1931 dans les *Annales des Epiphyties*. M. REGNIER a complété sa documentation internationale par un séjour en Suisse, et pris une part active à l'élaboration du projet de réglementation des produits pour la défense des végétaux (3).

VI. Rongeurs. — De nouvelles expériences d'application du virus pour Campagnols ont été faites en Seine-Inférieure, dans l'Eure, la Seine-et-Oise, les Ardennes, le Loiret et l'Isère ; elles ont confirmé l'efficacité de la méthode sur le *Microtus arvalis*, le virus étant employé dans les conditions précisées dans les rapports antérieurs. Le renforcement du virus, en utilisant pour les bouillons la viande refusée par les abattoirs, a donné de bons résultats; il a permis de faire des expériences à longue distance, notamment dans la Savoie, où d'après les renseignements donnés par les Services agricoles, l'opération a obtenu un plein succès.

M. REGNIER s'est occupé à nouveau du problème de la dératisation des campagnes, et a établi un plan de lutte combinée, basé sur les résultats enregistrés dans divers pays par la Conférence internationale, et qui doit permettre la réalisation d'une grande expérience dans la Seine-Inférieure en 1932.

M. REGNIER, membre du Comité de la Conférence internationale du

(1) A. FAVARD. — Contribution à l'étude de *Cemiostoma scitella* Z., Mirolépidoptère nuisible aux arbres fruitiers (*Bull. Amis Sc. Nat.* Rouen, déc. 1931.)

(2) *Actes du Muséum de Rouen*, Série 2, IV, 1931.

(3) Consulter le *Bulletin agricole*, 1931.

Rat, a été délégué de l'Institut des Recherches agronomiques à la Conférence qui s'est tenue en octobre à Paris, et y a présenté un rapport sur cette question (1).

Des expériences ont été faites sur les variations de sensibilité de divers Rongeurs au virus : Surmulot, Mulot, Campagnol des champs (*Microtus arvalis*), Campagnol souterrain (*Pitymys subterraneus*). Le *Pitymys* s'est montré à chaque fois le plus sensible, la mort survenant dans un délai de trois à quatre jours et demi, tandis que le Campagnol résistait sept à huit jours, le Mulot neuf à dix jours, et que les Surmulots soumis au même traitement se montraient nettement réfractaires. Ces expériences seront poursuivies en 1932.

M. Regnier a pratiqué un certain nombre d'autopsies et constaté la fréquence des Cestodes (*Taenia*) dans l'intestin des Rats ; il a mis en évidence l'existence chez les petits Rongeurs femelles d'une glande sous-cutanée, débouchant sur le clitoris, dont le grand développement peut se faire méprendre sur le sexe. Le rôle de cette glande paraît assez mal défini.

VII. O i s e a u x. — Les baguages de Freux se sont effectués cette année dans d'excellentes conditions ; le nombre atteint 170.

Plusieurs Freux bagués par le laboratoire les années précédentes ont été repris (voir le rapport de la Station des Vertébrés). Ces reprises ont confirmé les observations précédentes : les jeunes pendant les deux premières années ne paraissent pas s'éloigner sensiblement de la corbeautière où ils sont nés.

Les analyses d'estomac de jeunes ont montré l'importance des larves de Tipules dans leur alimentation, et l'erreur que l'on commettait, lorsque l'on détruisait les Freux dans les corbeautières avoisinant des terres humides en défrichement.

Les autopsies de Freux adultes ont montré la fréquence des Taenias dans l'intestin ; un seul Oiseau en possédait 6.

STATION D'AGRONOMIE ET DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE D'AVIGNON

Rapport de M. Bordas, *Directeur*

Chef de Travaux de Pathologie Végétale : M. Joessel

Dépérissement de l'Abricotier. — En 1931, continuant l'étude des dépérissements de l'Abricotier, la section de phytopathologie de la Station d'Avignon a surtout cherché à préciser le rôle des Champignons se rencontrant le plus fréquemment dans les régions nécrosées du bois. Des

(1) Regnier (R.). — Le Problème de la dératisation des campagnes, 2e Conférence internationale du Rat et de la Peste, 1931. *Annales d'Hygiène.*

infections ont été faites dans ce but, non seulement sur Abricotier, mais sur Amandier. Pêcher, Prunier St Julien et Myrobolan. Certains résultats positifs ont été obtenus sur Amandier et Abricotier, à la suite d'infections avec *Verticillium Dahliae* (souche isolée de l'Abricotier). Le dépérissement a été particulièrement rapide, dans le cas de l'Amandier et le pourcentage des infections ayant réussi a été très élevé. L'évolution de la maladie paraît au contraire plus lente dans le cas de l'Abricotier (1).

On a essayé de reproduire également la maladie, en greffant en fente sur des arbres sains (Prunier Myrobolan) des rameaux reconnus comme verticilliés, prélevés sur des arbres malades (Abricotier). Le but poursuivi était l'étude des possibilités de contamination du sujet par le greffon.

Dépérissement du Pêcher. — L'influence des formes adoptées et de la manière d'effectuer la taille sur le vieillissement prématuré de cet arbre a pu être nettement précisée. Les formes en table ou en couronne, les plus répandues en Provence, amènent rapidement l'épuisement du Pêcher, tandis que les formes régulièrement coursonnées, depuis l'origine des charpentières, permettent de maintenir longtemps cet arbre en état de produire.

Comme pour l'Abricotier, les plaies de taille sont fréquemment, dans le cas du Pêcher, l'origine de nécroses du bois mettant la vitalité des arbres en danger. Parmi les champignons responsables de ces nécroses, *Polyporus fulvus* Fries est le plus répandu et ses carpophores sont constants sur les arbres taillés, dès qu'ils ont dépassé une dizaine d'années.

Des essais de rajeunissement de vieux Pêchers, opérés en mars 1930, ont donné dans l'ensemble des résultats très satifaisants.

Monilia de l'Abricotier (*Sclerotinia cinerea* Schröter (S. *laxa* Aderhold et Ruhland). — Grâce à l'obligeance de deux propriétaires du Vaucluse, MM. Anres au Barroux et Colom à Sorgues, des traitements contre la forme du Monilia sur fleurs et rameaux ont pu être effectués avec plein succès sur un nombre d'arbres très élevé.

Les Sclerotinia des arbres fruitiers dans la Vallée du Rhône. — L'étude des diverses espèces de *Sclerotinia* des arbres fruitiers existant dans la vallée du Rhône a été entreprise en vue de préciser l'importance économique des différentes sortes de champignons de ce genre vis-à-vis de chacune des espèces fruitières de la vallée du Rhône.

Traitements d'hiver des arbres fruitiers. — En 1931, ont été poursuivis des essais destinés à comparer, au point de vue de leur efficacité anticryptogamique plusieurs formules de traitement d'hiver (Bouillie bordelaise à

(1) La Verticilliose de l'Abricotier. — *Bull. Soc. Nat. Vaucluse*, T. III, fasc. I, 1932.

l'huile d'anthracène, bouillie sulfocalcique, solution de formol à 1,5 pour cent, etc...)

Toutes les formules essayées permettent d'obtenir rapidement la destruction des mousses et lichens. Mais l'exécution des traitements d'hiver à elle seule s'est montrée nettement insuffisante pour assurer la protection des Abricotiers contre le *Monilia* et des Poiriers contre la Tavelure.

Comme en 1930, les Pêchers traités en hiver comparativement avec une bouillie cuprique, une bouillie sulfocalcique ou une solution de formol, ont été préservés de la Cloque (*Taphrina deformans* (Berck.) Tul). Malgré la concordance des résultats obtenus en pulvérisant sur les mêmes arbres les mêmes formules pendant deux années successives, il paraît encore prématuré d'en tirer des conclusions définitives, car la Cloque a été rare et bénigne au cours du printemps 1931.

Propagande en faveur des traitements des arbres fruitiers. — Par le tract, la conférence, ou la démonstration pratique, on a cherché à divulguer le plus largement possible les meilleures formules à employer pour les traitements des arbres fruitiers et leurs époques d'application. Des conférences ont ainsi été faites à Vaison, Cavaillon, Avignon (Vaucluse) et Nyons (Drôme).

Des démonstrations ont été organisées en parfait accord avec le Service de la Défense des Végétaux, les Directeurs des Services agricoles des départements intéressés, et le Service agricole de la Compagnie P.-L.-M., à Avignon, Cavaillon (2 démonstrations), Le Barroux, Saint-Didier (Vaucluse), Sénas (Bouches-du-Rhône), Roquemaure (Gard).

La Station d'Avignon a prêté également son concours à des manifestations analogues mises sur pied par les municipalités, le service de la Défense des Végétaux ou le Directeur des Services agricoles, à Cabannes (Bouches-du-Rhône), Vaison, Mormoiron (Vaucluse), Buis-les-Baronnies.

Mouche des fruits. — Les essais faits par M. Joessel en collaboration avec M. Poutiers avec les pièges à mouches en verre, remplis de bière additionnée d'acide acétique ou d'eau vinaigrée ont donné des résultats encourageants permettant d'espérer pour l'avenir une protection efficace des fruits. Cette dernière pourtant paraît devoir nécessiter la généralisation du procédé à l'ensemble des vergers d'une même région, combinée avec la destruction des pêches tombées sur le sol, précaution élémentaire et malheureusement encore négligée par trop de propriétaires.

CENTRE DE RECHERCHES AGRONOMIQUES D'ALSACE

(Section de Pathologie Végétale)

Directeur : M. MÉNERET
Chefs de Travaux : MM. SÉLARIÈS et ROHMER

Carie du Blé. — A la demande du Syndicat de Défense des Végétaux du Haut-Rhin la valeur de plusieurs traitements a été éprouvée : 1° poudrages (250 gr. de poudre par 100 kgs de semence) ; *a*) bichlorure de cuivre, talc ; *b*) oxychlorure de cuivre ; *c*) carbonate de cuivre.

Immersion dans : *a*) sulfate de cuivre à 0 gr. 5 pour cent, 60 minutes + saupoudrage à la chaux ; *b*) formol du commerce en dilution à 0,25 pour cent pendant 15 minutes.

Aucun de ces produits ne s'est montré nuisible à la faculté germinative. La totalité des talles était rarement envahie et très souvent seules les repousses étaient atteintes. Or, la formation de nombre de celles-ci avait été provoquée par un violent orage de grêle (30-31 mai). D'une façon générale, l'infection a été faible tant par le nombre des pieds envahis que par celui des épis infectés. Chez Vilmorin 27, qui a été le plus atteint, la Carie a porté sur 43 pour cent des pieds et 33,2 pour cent des épis.

Dans les conditions où on a opéré, c'est-à-dire en faisant usage d'un infection massive, seuls les traitements liquides ont donné de bons résultats. L'efficacité du formol a été presque absolue, sauf dans le cas de Vilmorin 27 où un léger pourcentage d'attaque a été relevé. Le sulfate de cuivre à 0,5 pour cent, une heure d'immersion, suivi d'un saupoudrage à la chaux, s'est montré inférieur au formol.

Bien qu'insuffisante, l'action des poudres a été très caractérisée. D'une manière générale, le bichlorure de mercure additionné de talc semble avoir été moins efficace que les autres produits. Dans les conditions de la pratique, où les semences sont généralement assez faiblement contaminées, on peut conseiller l'emploi de l'oxychlorure ou du carbonate de cuivre.

Ont été mises à l'épreuve diverses variétés cultivées en Alsace, qui ont été comparées à Vilmorin 27, lequel a été pris comme témoin de sensibilité. Par ordre d'intensité d'attaque, et en commençant par les plus atteints, ces Blés peuvent être classés comme suit : Alsace 22 ; Souche 115 ; Squarehead. La première variété a été beaucoup plus gravement atteinte que les deux autres. Celles-ci ont été moins cariées que le Vilmorin 27.

Rouille des Céréales. — De rares pustules de *Puccinia glumarum* ont été observées. Le *Puccinia triticina* prend une plus grande extension. Toutefois, son développement est moindre que celui qu'acquiert *Puccinia gra-*

minis. C'est cette Rouille qui a causé le plus de dégâts. Elle n'a cependant point atteint les épis.

Les variétés de Blé ont été classées relativement à la gravité des attaques qu'elles ont subies du fait de *P. graminis*.

Maladies de la Pomme de terre : Maladie verruqueuse (*Synchytrium endobioticum*) (Schilb.) Perc. — L'organisation des recherches qui ont été effectuées à Russ (Bas-Rhin) a été la même que par le passé. Rohmer a fait, durant l'hiver, au laboratoire établi à cet effet, des essais d'infection artificielle sur la variété sensible Wohltmann. Il a surtout appliqué la méthode de Spieckermann et Kotthof. Dans le matériel infectieux, qui provenait de la récolte de 1930, la coloration à la fuchsine acide à 2 pour cent a permis de déceler environ 31 pour cent de sporanges vivants. Les infections se sont manifestées au bout d'environ six semaines sur les plantes en terrine, maintenues à une température de 16 à 20° C. Dans bien des cas, le nombre des infections s'est élevé à cent pour cent.

Le champ d'expériences de Russ a reçu un certain nombre de variétés de Pommes de terre et d'hybrides dont la résistance n'était point connue ou était encore douteuse.

Entomologie. — Les travaux ont porté principalement sur la destruction des Insectes des arbres fruitiers par les traitements d'hiver et sur la Courtilière :

Les traitements d'hiver ont eu lieu dans un verger dont les arbres portaient de nombreux œufs de Pucerons et étaient atteints principalement par deux Coccides, l'*Aspidiotus ostreaeformis* et le *Mytilaspis pomorum*. Ils ont été faits avec divers carbolineums du commerce. Les concentrations employées furent de 5, 10 et 15 %. Les différentes marques se sont montrées équivalentes quant aux résultats.

a) *Contre les œufs de Pucerons :* les éclosions ont commencé au laboratoire le 8 avril. A 5 % le produit s'est montré nettement insuffisant et les éclosions ont été très nombreuses. A 10 et 15 % tous les œufs ont été détruits.

b) *Contre l'Aspidiotus ostreaeformis :* à 5 % l'effet est nul. Par contre, à 10 % la presque totalité des Cochenilles sont tuées : deux pour cent à peine ont échappé au traitement. A 15 % les résultats sont exactement les mêmes que ceux obtenus avec la solution à 10 %.

c) *Contre Mytilaspis :* comme cette Cochenille hiverne à l'état d'œuf, sa destruction paraît beaucoup plus difficile. Les premières éclosions ont été obtenues le 24 avril. A 5 et 10 % ces carbolineums paraissent tout à fait insuffisants, les éclosions étant très sensiblement les mêmes dans les lots témoins et dans le lot traité. A 15 % l'effet est certain et peut être considéré

comme pratiquement suffisant : la majorité des œufs périphériques sont atteints ; seuls quelques œufs situés au centre ont pu évoluer, mais dans la majorité des cas les jeunes Cochenilles n'ont pu sortir de sous le bouclier.

En somme, la concentration à 10 % paraît suffisante dans la majorité des cas. Quand l'arbre est envahi par la Cochenille virgule, on pourrait employer une concentration de 15 et même 20 %.

Courtilière. — Comme les années précédentes, les Courtilières ont fait de gros dégâts principalement dans les cultures maraîchères. Pour lutter contre ces Insectes, un certain nombre d'essais ont été entrepris. Ils ont d'abord eu pour but de déterminer l'efficacité comparative du sulfure de carbone et du tétrachloréthane. Ces produits furent employés aux doses de 20, 30 et 40 gr. au mètre carré : la répartition fut faite très régulièrement au pal injecteur. Les deux liquides se sont montrés pratiquement équivalents et les doses de 30 à 40 grammes par mètre carré ont donné des sible, mais il est un peu plus cher que le sulfure de carbone. Son emploi, en raison des effets toxiques, exige de sérieuses précautions.

Des essais ont été faits également par le procédé Malenotti au riz imprégné de phosphure de zinc. Substance également très toxique. Cet appât a été répandu le soir sur terrain nu et sur diverses cultures particulièrement envahies. Les dégâts ont cessé immédiatement. Ce procédé est pratiquement suffisant et a l'avantage d'être très bon marché et d'un épandage très rapide

STATION DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE DE BORDEAUX

Rapport de M. J. DUFRÉNOY, *Directeur.*

L'évolution des maladies des plantes, dans le Sud-Ouest, a été dominée par les caractères météorologiques très particuliers à la saison 1931.

Le début de la période pluvieuse 1er août-15 septembre a ouvert l'ère des épiphyties. Dès le 3 août, le Mildiou de la Vigne, jusque-là rare, se manifestait par de nombreuses taches sur toutes les feuilles non protégées par le cuivre.

Le *Mildiou de la Pomme de terre* (*Phytophtora infestans* (Montagne) de Bary), dont on n'observait que quelques manifestations dans quelques rares champs, au cours du mois de juillet, a pris un caractère de généralité dans les cultures de Pomme de terre tardives dès le début d'août. Dès la constatation des premiers foyers, vers le 15 juillet, la Station d'Avertissements a conseillé aux propriétaires de sulfater leurs champs. Un sulfatage effectué

dans la seconde quinzaine de juillet, ou au début d'août, se montrait cette année particulièrement efficace. Dans un champ d'expériences de Saint-Mexant (Corrèze), la moitié du champ traité le 20 juillet était pratiquement indemne le 15 septembre, alors que, dans la moitié non traitée, la quasi totalité des fanes était détruite.

Maladies de la Vigne. — Mildiou (*Plasmopara viticola* (Berkeley et Curtiss) Berlese et de Toni), Pourriture grise (*Sclerotinia Fuckeliana* de Bary), Rot livide (*Coniothyrium Diplodella*), ont été étudiés.

Dépérissement de la Vigne. — Des formes diverses de dépérissement de la Vigne : chlorose, rabougrissement, « cottis » ont été signalées dans beaucoup de vignobles. Les enquêtes faites sur place montrent que les Vignes affectées sont surtout celles qui végètent dans les sols humides et qui ont souffert particulièrement de l'excès d'eau au cours de cette saison anormalement pluvieuse. Quant aux causes spécifiques de ces dépérissements, elles devront faire l'objet de recherches méthodiques.

Maladies du Tabac. — Etant donnée la gravité de l'attaque par le *Bacterium tabacum*, des conseils ont été donnés aux cultivateurs pour lutter contre cette maladie.

Maladie de l'Encre du Châtaignier. — La Maladie de l'Encre du Châtaignier continue de préoccuper les propriétaires de châtaigneraies du Limousin, du Lot, du Rouergue, de la Dordogne. La Station de Pathologie Végétale a poursuivi, d'accord avec les représentants des fabricants d'extraits tanniques, les Officiers des Forêts et tous les Directeurs des Services agricoles, le programme des recherches en intensifiant la plantation de châtaigniers exotiques.

Plusieurs foyers de Maladie de l'Encre ont été localisés dans les taillis de la région de la Réole, avec la collaboration de R. Severin, et des plantations de châtaigniers exotiques y feront l'objet d'expériences.

Dépérissement des Pêchers. — De nombreux Pêchers sont morts brusquement au début de l'été, ou au cours de l'été, dans beaucoup de vergers de la vallée de la Garonne.

Des recherches sont en cours pour reconnaître les causes spécifiques de ces dépérissements.

Maladies des Noyers. — Les recherches sur les maladies des Noyers ont été poursuivies.

Verticillium des Aubergines. — De tiges d'Aubergine atteintes de dépérissement, a pu être isolé le *Verticillium Dahliae*.

CENTRE AGRONOMIQUE DE CLERMONT-FERRAND

Directeur : M. SCHAD

Rouilles des Céréales. — Relativement à l'influence des facteurs météorologiques sur le développement des Rouilles, les observations de 1931 confirment celles antérieurement faites à Grignon et à Clermont-Ferrand.

La manière dont les diverses variétés se comportent vis-à-vis de *Puccinia graminis* est la suivante :

Ont été très attaquées en 1930 et 1931 : Alsace 22 ; Ardito ; B2 ; Bon Fermier ; D. D. ; Hybride à courte paille ; Oscar Benoist ; Piave 692 ; Trésor ; Vilmorin 23.

Ont été très attaquées en 1931 : Moutot à épi rouge ; Vaumarous ; Alliés et Bon Fermier ; Providence ; Forel ; Sirodot ; Dijon 013 ; Dijon 014.

Ont été très peu attaquées en 1930 et 1931 : Warren ; Vilmorin 29 ; Préparateur Etienne ; Vuitebœuf ; K 8 ; K 5 ; K 3 ; (Montcalm XXII × Hâtif Inversable) ; Magyarovar ; D. 35 ; Florence ; Red Bolo.

Rapport de M. S. MÉTALNIKOV (*Institut Pasteur*)

(*Chargé de mission par l'Institut des Recherches Agronomiques*)

UTILISATION DES MICROBES DANS LA LUTTE CONTRE LES INSECTES NUISIBLES

Il y a plus de quatre ans que nous avons commencé l'étude bactériologique des maladies des Insectes nuisibles. Dans une série de travaux nous avons donné la description des microbes, très pathogènes pour les Insectes, que nous avons isolés d'Insectes malades et morts (1). Parmi les microbes que nous avons trouvés, dix étaient particulièrement virulents. Ils provoquaient la mort à coup sûr, non seulement par injection, mais aussi *per os*, étant ajoutés à la nourriture.

Dans le courant de l'année nous avons eu l'occasion d'étudier des maladies microbiennes chez les chenilles de *Lymantria dispar*, parasite très dangereux pour les forêts et les jardins, et qui produit des ravages très considérables en Europe et surtout en Amérique.

Parmi des centaines de chenilles, nous en avons trouvé une grande quantité qui étaient malades ou mortes d'infection microbienne. Il s'agissait sûrement d'une épizootie très grave.

(1) MÉTALNIKOV et CHORINE. — Maladies microbiennes chez les chenilles de Pyrausta. *Ann. Inst. Pasteur*, 1929, t. 43, p. 136. — Etudes sur l'immunité de Pyrausta, *Ibid.*, 1930, t. 44, p. 237. — Utilisation des microbes contre la Pyrale du maïs, *Ibid*, 1929, t. 43, p. 1591.

Nous avons pu isoler une série de microbes très intéressants. L'un d'eux a surtout attiré notre attention. Il s'agit d'un bacille qui donne un beau pigment rouge en présence de l'air, sur gélose.

Nous donnons ci-dessous la description de plusieurs microbes :

1) *B. Lymantria rouge Ket.* — Très petit bâtonnet, mobile, très polymorphe. Tantôt il se présente sous forme de bâtonnets, tantôt sous forme de coccobacilles. Sur gélose, et même en bouillon il donne un pigment rouge clair. Il ne prend pas le Gram, coagule le lait en 48 heures, liquéfie la gélatine.

2) *B. Lymantria* N° 1. — Bâtonnet droit, mobile, Gram-positif, formant une spore ovale en son milieu.

Sur gélose : enduit blanc, sec d'apparence; ne coagule pas le lait, n'agit pas sur le petit lait tournesolé et le sérum coagulé, liquéfie la gélatine: le microbe ne produit pas d'indol.

3) *B. Lymantria* N° 2. — Présente un bâtonnet droit, mobile, Gram-positif. Produit des spores à l'extrémité du corps.

Ce microbe liquéfie la gélatine, coagule le lait, décolore le petit lait tournesolé, ne produit pas d'indol.

Les expériences faites avec ces microbes nous ont démontré leur grande virulence pour les chenilles de Lymantria et autres chenilles.

Voici la liste des microbes les plus virulents que nous ayons isolés jusqu'à présent de différentes chenilles. Nous laissons de côté le microbes peu virulents qui sont sans intérêt pratique. Nous n'indiquons que les microbes qui tuent les chenilles *per os*.

Nous donnons ci-dessous les résultats de quelques-unes de nos expériences :

Microbes	Nombre de plantes traitées	Nombre de plantes attaquées	Nombre de chenilles trouvées sur les plantes attaquées
I. *B. Cazaubon* (émulsion)	26	1	1
II. *B. thuringiensis* (émulsion)	27	5	5
III. *B. pyrenei* (émulsion)	58	14	24
IV. Mélange de cultures (émulsion)	59	6	9
V. *B. Cazaubon* (en poudre)	10	1	1
VI. *B. Galleriae* (en poudre)	10	3	4
VII. Mélange de cultures (en poudre)	27	1	2
Total (plantes traitées)	217	31	46
VIII. Contrôle	50	48	274
IX. Contrôle	50	43	187
Total (contrôle)	100	91	461

Ainsi, sur 217 plantes traitées, nous n'en avons observé que 31 d'attaquées dans lesquelles 46 chenilles furent trouvées, alors que sur 100 plantes de contrôle il y en eut 91 d'infectées et 461 chenilles trouvées.

Nous avons essayé dans le courant de l'année d'appliquer nos cultures à la lutte contre quelques autres insectes nuisibles.

Nous avons fait de nombreuses expériences sur les chenilles *Aporia Crataegi, Pieris brassicae, Vanessa urticae, Bombyx mori, Stilpnotia salicis, Saturnia Pavonia* et *Lymantria dispar.*

Les chenilles ayant mangé des feuilles saupoudrées de spores, ou pulvérisées avec des émulsions de nos cultures, devenaient malades et mouraient en 2-6 jours.

Microbes isolés des insectes malades : *Galleria mellonella Ephestia Kuhniella, Pyrausta nubilalis et Lymantria dispar.*

1. *Bac. Galleriæ* n° 2 (Paris)	+ + + + +
2. *B. Ephestiae* (Paris)	+ + + + +
3. *B. Pyrenei* n° 1 (Environs de Pau)	+ + + + +
4. *B. Pyrenei* n° 2 (Environs de Pau)	+ + + + +
5. *B. Cazaubon* n° 1 (Pyrénées)	+ + + + +
6. *B. Cazaubon* n° 2 (Pyrénées)	+ + + + +
7. *B. Lymantria* n° 1 (Yougoslavie)	+ + + + +
8. *B. rouge Ket* (Yougoslavie)	+ + + +
9. *B. Lymantria* n° 2 (Yougoslavie)	+ + + +
10. *B. Lymantria* n° 9 (Yougoslavie)	+ + +

+ + + + + Mortalité très forte (jusqu'à 100 p. 100).
+ + + + Mortalité moins forte (jusqu'à 80-90 p. 100).
+ + + Mortalité moyenne (jusqu'à 50 p. 100).

Nous avons fait des centaines d'expériences sur les chenilles de la Pyrale du Maïs. Ces chenilles s'infectent très facilement par ingestion et meurent en 24-48 heures : les souches les plus virulentes les tuaient en 12-15 heures.

Nous avons essayé d'utiliser nos microbes pour la lutte contre la Pyrale du Maïs, sur les champs d'essai du Jardin Botanique de Zagreb (Yougoslavie).

Les résultats obtenus par nos bactéries furent très encourageants ; les plantes préalablement traitées par nos microbes furent presque complètement indemnes, alors que les plantes témoins furent très infestées. Il y avait une très grande différence entre la taille et la quantité d'épis fructifiés des plantes-témoins. Les plantes traitées ont donné 2-3 fois plus de grains de maïs que les plantes non traitées.

Toutes nos expériences nous ont montré que ce sont surtout les chenilles qui s'infectent le plus facilement par les microbes que nous avons isolés des insectes malades.

Toutes nos tentatives pour infecter les Acridiens et les Coléoptères n'ont pas donné de résultats positifs. Il est bien probable que chaque espèce d'insectes a ses maladies propres et des microbes spécifiques qui les provoquent.

Nous estimons qu'une étude complète et approfondie des maladies des insectes et des microbes qui les provoquent présente un intérêt capital au point de vue scientifique et pratique.

Extrait du Rapport de M. GARD

(*Chargé d'une mission sur les Maladies du Noyer*)

Dépérissement du Noyer. — M. GARD poursuit ses recherches sur ce sujet. Cet auteur attribue le dépérissement des Noyers : 1° au développement intense pris par le pourridié dû à l'*Armillariella mellea* ; 2° à une maladie à évolution lente, caractérisée par un métabolisme cellulaire complexe produisant le brunissement des cellules corticales, libériennes, cambiales, plus rarement ligneuses, particulièrement dans la racine, mais aussi dans le tronc et les rameaux. Elle a tous les caractères d'une maladie physiologique.

Il fait connaître les méthodes de traitement contre le Pourridié.

Traitements préventifs : au moment des plantations, l'emploi de cette méthode renouvelée à des intervalles plus ou moins éloignés, permettra de préserver les Noyer dans une proportion élevée.

M. GARD a montré par l'étude de la répartition du Pourridié en France qu'il n'existait pas dans les sols où la proportion de carbonate de chaux égale ou dépasse environ 25 pour cent. Dans les régions où le calcaire est à proximité des plantations, l'épandage régulier de CO_3Ca s'impose.

Mélanose ou dépérissement lent. — Le traitement curatif consiste en une alimentation raisonnée où domine l'azote, sans négliger le travail du sol.

Si le sol contient 30 pour cent et plus de carbonate de chaux, on utilisera la formule suivante dont le total peut varier avec la taille de l'arbre :

Nitrate de soude	4 kgs
Superphosphate de chaux	2 kgs
Sulfate de potasse	2 kgs

Si le sol contient moins de 30 pour cent de carbonate de chaux on emploiera :

Nitrate de chaux	2 kgs
Scories de déphosphoration Thomas	2 kgs
Cendres du carbonate de potasse	2 kgs

Appliqué au début de chaque plantation, le traitement devient préventif.

Extrait du Rapport de M. Perret

(Chargé d'une mission d'étude sur les Maladies de la Pomme de terre)

Mildiou de la Pomme de terre (*Phytophtora infestans* (Mont.) de Bary). — A la suite de nombreuses années d'observations, M. Perret croit pouvoir formuler la règle suivante : Alors que les attaques précoces et graves entraînent une réduction de rendement, celles tardives, même lorsqu'elles sont légères, sont suivies d'une mauvaise conservation des tubercules. Il recommande soit de ne pas procéder à l'arrachage tant que le *Phytophthora infestans* est en voie d'évolution, sur les feuilles et tiges, soit de faucher auparavant les fanes.

Maladies de Dégénérescence. — Poursuivant ses études sur le « déclin », M. Perret montre par des faits que, tandis que certains milieux sont favorables au maintien dans un bon état sanitaire, d'autres ne le sont pas. Il constate que les caractères botaniques d'une variété de Pomme de terre se maintiennent dans le temps et dans l'espace. Le flétrissement que peuvent subir certaines plantes résulte d'actions externes et pathologiques. La dégénérescence s'accentue plus rapidement en montagne qu'en plaine. La diminution de la richesse en fécule, sous l'action des maladies de dégénérescence, a été constatée dans deux cas : Protenragis atteinte d'enroulement, 14,75 contre 19,50 ; Fleur de Pêcher, affectée de frisolée, 14 contre 17,50.

Extrait du Rapport de M. Cabaud

(Chargé d'une mission d'étude sur les Maladies de la Pomme de terre)

M. Cabaud fait des essais de traitement contre le *Phytophthora infestans* et note le degré d'attaque de diverses variétés par ce parasite. Son travail s'effectue non seulement à Toulon-sur-Arroux (Saône-et-Loire), mais dans de nombreuses localités de divers départements où des correspondants travaillent sous sa direction.

RECHERCHES SUR LE DORYPHORE

(*Leptinotarsa decemlineata* Say.)

par J. Feytaud

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux
Directeur de la Station Entomologique du Sud-Ouest

DEUXIÈME PARTIE : MOYENS DE LUTTE

SOMMAIRE

I. — Traitement des tubercules, p. 100.
A) Le risque et la législation, p. 100.
B) La désinfection des tubercules, p. 103 : *a*) sulfure de carbone, p. 105 ; *b*) anhydride sulfureux, p. 107 ; *c*) acide cyanhydrique, p. 113 ; conclusions, p. 122.
C) Le nettoyage des tubercules, p. 123.
II. — Traitement du sol, p. 125.
a) Chaux, p. 125 ; *b*) carbure de calcium, p. 127 ; *c*) paradichlorobenzène, p. 128 ; *d*) cyanures, p. 129 ; *e*) produits du pin, p. 130 ; *f*) benzol brut, p. 132 ; *g*) essence d'auto, p. 132 ; *h*) crésyl, p. 133 ; *i*) bisulfite de soude, p. 133 ; *j*) chloropicrine, p. 133 ; *k*) sulfure de carbone, p. 135 : traitement par injection, p. 135 ; traitement par arrosage, p. 140 ; causes d'insuccès, p. 141 ; appareillage, p. 142.
Conclusions relatives au traitement du sol, p. 147.
III. — Traitement du feuillage, p. 148.
A) Pulvérisations arsenicales, p. 149 : *a*) arséniate de plomb, p. 149 ; *b*) arséniate de chaux, p. 164 ; *c*) arséniate de magnésie, p. 173 ; *d*) composés arsenicaux du cuivre, p. 178 ; *e*) divers arsenicaux, p. 181 ; considérations générales sur les pulvérisations de bouillies arsenicales, p. 181.
B) Poudrages arsenicaux, p. 185 : *a*) arséniate de plomb, p. 186 ; *b*) arséniate de chaux, p. 187 ; considérations générales, p. 191.
C) Nicotine, p. 192 : traitement direct, p. 192 ; traitement de la nourriture, p. 192 ; jus résiduaires, p. 193 ; poudrages, p. 193 ; traitement des œufs, p. 194.
D) Produits divers, p. 195 ; chaux, p. 196 ; soufre, p. 196 ; fluosilicates, p. 197.
E) Fumées, p. 197.
Conclusions relatives au traitement du feuillage, p. 199.
IV. — Organisation générale de la défense, p. 201.
A) Moyens culturaux, p. 201.
B) Ramassage, p. 204.
C) Moyens physiques, p. 208 : chaleur, p. 208 ; eau et submersion, p. 211.
D) Moyens préventifs, p. 213.
E) Considérations générales sur la défense, p. 215 : méthode, p. 215 ; résultats, p. 217.

Nos observations et recherches sur la défense contre le Doryphore de la Pomme de terre (1) visent d'une part les mesures qui s'appliquent aux tubercules, d'autre part celles qui s'appliquent au champ. Les premières sont dictées par la crainte de transports accidentels, les secondes ont pour but d'enrayer la multiplication et la propagation naturelle de l'Insecte. Parmi ces dernières, les unes concernent le feuillage, qui est le support et l'aliment du ravageur pendant toute sa vie active, d'autres le sol, dans lequel il subit la métamorphose et passe la saison d'hiver.

J'étudierai donc successivement : le traitement des tubercules, celui du sol, celui du feuillage. Puis je consacrerai un chapitre aux données et considérations d'ordre général.

*
* *

I. TRAITEMENT DES TUBERCULES

Je commence par les mesures qui visent les tubercules, parce qu'elles sont les premières en date dans les préoccupations des agriculteurs et des gouvernements et qu'elles ont un caractère essentiellement préventif.

Je dois considérer d'un côté le risque du transport de l'Insecte avec les tubercules et la législation qui en découle, de l'autre les garanties qui peuvent être données soit par la désinfection, soit par le nettoyage de la récolte.

A. *LE RISQUE ET LA LÉGISLATION*

Je ne sache pas que les Doryphores aient un odorat assez fin pour être, pendant le vol, spécialement attirés par les tubercules de pommes de terre et qu'ils s'arrêtent de préférence sur des entrepôts ou sur des wagons contenant de tels produits.

Mon impression est que le danger de transport par des pommes de terres saines n'est pas beaucoup plus grand que par toute autre marchandise, et qu'en cours de saison le passage des chargements de tubercules, sur wagons ou sur camions, à travers un territoire contaminé n'est pas plus à craindre que celui de tout véhicule susceptible de happer les insectes au vol et de les emporter au loin.

(1) Ces recherches font suite à celles dont il a été rendu compte dans le tome IX (1923), fascic. 4. Elles ont été faites de 1923 à 1930, avec le concours des divers préparateurs qui se sont succédé dans ce laboratoire, en particulier de MM. Dieuzeide, Tempère, Bruneteau, Meilhan, et de M. Ramadier, aide-naturaliste.

S'il existe un risque particulier, c'est au départ du champ qu'il faut le situer. J'ai déjà dit à propos de l'alimentation du Doryphore (1) que cet Insecte, aussi bien à l'état adulte qu'à l'état de larve, se nourrit essentiellement des parties vertes et que, s'il pénètre dans le sol, c'est uniquement pour subir la métamorphose ou se mettre en état de sommeil, et non pour manger les organes souterrains du végétal. C'est seulement à défaut de sa nourriture habituelle qu'il se met à ronger les tubercules trouvés sur son passage, par exemple en fin de saison, après l'arrachage.

Si la mise en sac ou sur charrette se fait à la main au départ du champ doryphoré, en éliminant les tubercules excavés, on supprime toute possibilité d'enlèvement d'un insecte. A défaut de cette précaution, quand on ramasse, par exemple, à la pelle, on court le risque, minime mais réel, d'emporter quelque individu en train de brouter la pulpe ou de sommeiller tout simplement sous le tas.

On le court d'autant mieux qu'on enlève aussi la terre, qui est, surtout à l'automne, le refuge des doryphores en mal d'hiverner ; car, si l'on a pu discuter sur le danger des tubercules, tout le monde est d'accord pour admettre celui de la terre prise éventuellement avec eux.

C'est de cela surtout que tient compte la législation en vigueur. La lutte a été organisée en France sous le couvert de la loi du 15 juillet 1878, modifiée le 2 août 1879, loi relative aux « mesures à prendre pour arrêter les progrès du Phylloxéra », qui sévissait en plein sur nos vignobles, « et du Doryphora », dont les alertes de Brême, Liverpool, Rotterdam, puis les apparitions dans les cultures de Mulheim et de Schildau faisaient redouter l'introduction prochaine dans notre pays. Encore ne pensait-on qu'à des invasions toutes locales et restreintes, comme ces deux là.

Aussi la question dominante, au point de vue administratif, visait-elle l'importation et le transport des tubercules de la Pomme de terre, ainsi que « des feuilles et débris de cette plante, sacs et autres objets d'emballage servant ou ayant servi à les transporter et provenant de pays où l'existence de l'Insecte aurait été signalée ». Le décret du 27 mars 1875 porte interdiction d'entrée pour les pommes de terre des Etats-Unis, celui du 11 août 1877 pour celles d'Allemagne.

Quant à la récolte d'un champ atteint par le Doryphore, en vertu du décret du 26 décembre 1878, elle devait être détruite sur place. Aussi n'était-il alors question de soumettre à un régime spécial que ce champ même et ses abords, le Préfet devant en interdire l'accès « pendant le traitement et pendant les 8 jours qui suivent ».

Or le caractère de l'invasion en France fut, dès sa découverte (hélas ! bien tardive) tout autre que ce qui était prévu. Un décret du 13 juillet 1922

(1) Recherches sur le Doryphore, 1re partie, (*Ann. des Epiphyties*, XVI, 6, p. 346.)

a renouvelé l'interdiction « d'entrée et de transit des pommes de terre, feuilles et débris de cette plante provenant des Etats-Unis et du Canada ». Quant au terrain, au lieu de délimiter de simples champs, il fallut tout de suite délimiter aussi des « régions infectées ou contaminées » séparées même du reste du pays par des « zones de protection ». Comme suite immédiate, on en vint à interdire la sortie des pommes de terre des régions suspectes, ainsi que celle des tomates et des aubergines.

Lors des pourparlers avec la Grande-Bretagne, après l'application du « Colorado Beetle Order » draconien de 1922, la base de la discussion, l'argument essentiel, fut précisément l'existence de ces zones, dont la mise au courant régulière assurait une constante garantie ; c'est grâce à elles que l'interdiction du Ministère anglais, tout d'abord très lourde, puisqu'elle frappait immédiatement les produits de 29 départements, se réduisit à peu de chose.

Il est vrai que, depuis, les zones se sont accrues d'année en année, au fur et à mesure des découvertes, bien que, parfois, elles aient subi de légères réductions sanctionnant la guérison de foyers isolés. J'ai montré dans la première partie de ce mémoire les phases de leur extension progressive jusqu'à 1930.

En principe, tout au début, en 1922, on classait assez largement, par cantons entiers, ce qui n'offrait pas de gros inconvénients dans la région viticole de Gascogne ou dans les Landes ; mais ensuite, du côté du Limousin, on dut y regarder de plus près, afin de ne pas brimer inutilement des populations pour qui la Pomme de terre était la culture de premier plan. Il y eut même une tendance à ne plus déclarer zone contaminée que les seules communes effectivement envahies.

Peu à peu, on en est arrivé à une conception plus logique, qui consiste à examiner chaque cas particulier sur le terrain et sur la carte, pour tenir compte des particularités de chaque foyer. D'une façon générale, on délimite les zones contaminées par communes, les zones de protection, autant que possible, par cantons, et l'on fait en sorte que leur ensemble garantisse entre les champs doryphorés et les territoires libres une marge de 20 kilomètres.

Leur régime est rappelé par le décret du 13 février 1923, aux termes duquel il est défendu d'expédier ou de transporter, depuis les zones, à destination des régions indemnes, les plantes susceptibles d'être attaquées par le Doryphore, leurs feuilles et débris, ainsi que les caisses, tonneaux, sacs et autres objets ayant servi à contenir, soit ces plantes, soit des fumiers, composts, terres ou terreaux.

Certaines dérogations sont cependant prévues pour la période d'hivernage ; aussi l'arrêté du 31 janvier 1923, modifié par ceux des 15 janvier et 12 décembre 1924, autorise-t-il, durant cette période, la réexpédition de

pommes de terre reçues du dehors. Celui du 28 mai 1924, permet en outre de réexpédier en toute saison, des quais de Bordeaux, les pommes de terre, tomates et aubergines arrivant de l'étranger par voie de mer.

Les instructions ministérielles des 18 octobre 1927 et 23 novembre 1928 envisagent les différents cas et précisent les empêchements et les possibilités qui dérivent de l'interprétation des textes.

B. *LA DÉSINFECTION DES TUBERCULES*

Tant que l'invasion n'intéressait que la Gironde et les départements limitrophes, c'est-à-dire jusqu'à 1924, une telle réglementation n'était pas de nature à entraver l'écoulement ; tout au plus ennuyait-elle, de-ci de-là, un propriétaire désireux d'envoyer un sac à quelque proche parent ; elle gênait surtout le commerce.

Mais, à partir de 1925, les zones, quoique fixées avec toute la parcimonie permise par les intérêts en jeu, ont englobé des territoires gros producteurs, qu'il fallait décongestionner. La découverte du Doryphore en Haute-Vienne, survenue en juillet de cette année-là, provoquait un juste émoi parmi les agriculteurs de ce département. Aussi des démarches pressantes furent-elles faites en août 1925 auprès de M. le Ministre de l'Agriculture, pour tâcher d'obtenir une atténuation aux mesures qu'allaient entraîner les délimitations. Et l'on parla tout de suite de tourner la difficulté en désinfectant la récolte.

Questionné à ce propos, j'ai fait organiser, dès 1925, une série d'expériences avec la chloropicrine, le tétrachlorure de carbone, le sulfure de carbone, le paradichlorobenzène, l'anhydride sulfureux, l'acide cyanhydrique, en cherchant à réduire le plus possible la durée d'exposition. Il est, en effet, certain que la désinfection de stocks importants ne pourrait être faite que par un passage rapide, qui assure l'écoulement immédiat de la marchandise. En l'espèce, il s'agissait, pour donner toute garantie, d'obtenir la destruction de doryphores pouvant se trouver en état d'hibernation, ou par hasard, au milieu d'un lot de tubercules chargés sur charrette ou sur wagon (1).

Disons tout de suite que, parmi les produits qui ont fait l'objet des essais préliminaires, le paradichlorobenzène ne fut pas retenu, à cause de son odeur pénétrante, le tétrachlorure de carbone à cause de son coût assez

(1) L'action de la chaleur ne fut pas retenue, parce qu'il était impossible de l'utiliser pratiquement sans installation coûteuse ; elle fut essayée cependant sur les Doryphores. Les résultats seront indiqués dans un autre chapitre (p. 208).

élevé, la chloropicrine à cause de son action néfaste sur les tubercules (1). Il me paraît donc inutile de m'étendre sur les quelques expériences auxquelles ils ont donné lieu. Je me contente de donner celles qui ont trait aux trois produits essentiels : le sulfure de carbone, l'anhydride sulfureux et l'acide cyanhydrique.

Ces essais ont été effectués dans trois sortes de récipients : une cloche en verre de 17 litres, un fumigatorium en bois de 1 mètre cube, une tente en toile goudronnée de 1 mètre cube.

La cloche, de forme haute, analogue à celle d'une cloche de microscope, est appuyée par un bord rodé sur une glace en verre dépoli, à laquelle elle adhère exactement grâce à une légère couche de vaseline. Sa partie supérieure est surmontée par un assez large goulot, que ferme un bouchon de caoutchouc. Après installation du matériel sur la plaque de base, on assujettit la cloche et c'est ensuite par le goulot qu'on procède à l'allumage du soufre ou à l'immersion du cyanure, ou qu'on introduit les liquides volatils (Pl. I, 1).

Le fumigatorium est une sorte d'armoire de forme cubique, avec dimensions intérieures de 1 mètre en tous sens. Il est établi en planches bouvetées, avec les joints recouverts extérieurement de liteaux et l'intérieur tapissé de papier d'emballage. Cela représente un petit local suffisamment étanche. Au centre de la face supérieure est ménagé un trou, destiné au passage de la ficelle qui soutient le nouet de cyanure, dans le cas de désinfection par l'acide cyanhydrique. Sur une des faces latérales est la porte par laquelle on introduit ou sort les divers éléments. Trou et porte, quand l'appareil est mis en marche, sont obturés par des bandes de papier fort collées à la colle de pâte (Pl. I, 2).

La tente, de forme cubique, est de même capacité (1 mètre cube) ; elle présente à la partie inférieure une marge de base de 30 centimètres, qui se rabat sur le sol et qu'on charge avec de la terre pour assurer, autant que possible, une fermeture hermétique ; elle comprend en outre, à chacun des quatre angles supérieurs, une patte de cuir avec un œillet ; quatre tringles de fer fichées dans le sol et terminées en haut par des crochets permettent de soutenir l'ensemble.

Une première tente avait été établie en toile forte, sans apprêt spécial ; elle laissait diffuser les vapeurs et dut être abandonnée, pour être remplacée

(1) La chloropicrine fut essayée, par exemple, en août 1925, d'une part à 12 gr. par mètre cube avec durée de 5 h. 1/2, d'autre part à 25 grammes avec 1 heure. Les Doryphores sont morts, mais les pommes de terre ont été fort abimées, surtout avec la plus longue durée : dans tous les cas, les tubercules coupés ou blessés ont pris sur la tranche une légère teinte lie de vin.

Le tétrachlorure de carbone, essayé, à la même époque, à 10 gr. avec 6 heures et à 20 gr. avec 3 heures, laissa les Doryphores vivants et ne sembla pas altérer les tubercules.

par la bâche en toile goudronnée, imperméable, qui a donné des résultats très satisfaisants (Pl. II, 1).

Qu'il s'agisse de fumigatorium ou de tente, on introduisait dans chaque cas un certain nombre de petits sacs de pommes de terre, de 20 ou 25 kgs chacun. Des insectes, tant adultes que larves, parfois placés dans de petits nouets de gaze ou dans des cagettes pour parer aux évasions et faciliter le répérage, étaient installés dans le local et logés dans la masse à désinfecter, les uns à l'intérieur des sacs, les autres entre deux sacs ou dessous, cela dans le but de varier leurs situations en rapport avec les éventualités de la pratique. Certains ont été mis simplement dans de petites cages en treillis métallique ou dans des sachets de gaze situés en dehors des sacs, pour servir à vérifier l'action directe des vapeurs.

a) Sulfure de carbone

Les premiers essais, confiés à M. Tempere, ont eu lieu du 22 au 25 août 1925, sous la cloche de 17 litres, par une température variant entre 25 et 28°. Le sulfure était introduit par l'orifice supérieur, de façon à imprégner un morceau de papier filtre suspendu à la tubulure.

1er et 2e essais. — Dose 0,17 (soit 10 gr. par mètre cube), durée 2 heures 1/2 et 6 heures. 4 insectes parfaits dans chaque cas. A l'issue du traitement ils sont tous actifs ; un de ceux du premier lot est mort au bout de 36 heures, les autres se sont remis à manger le soir même.

3e essai. — Dose 0,34 (20 gr. par mètre cube), durée 2 heures. 3 insectes. Ils sont sur le dos à la fin de l'expérience, mais vivants et recommencent à s'alimenter.

4e essai. — Dose 0,70 (40 gr. par mètre cube), durée 2 heures. 3 insectes. Ils sont malades à l'ouverture de la cloche, mais vivent encore le lendemain ; ils ne se relèvent cependant pas de cette épreuve et meurent successivement au cours de la semaine.

5e essai. — Dose 0,85 (50 gr. par mètre cube), durée 4 heures. 3 sujets, très malades à la sortie ; on les trouve encore vivants au bout de 20 heures, mais mortellement atteints.

Il semblait donc résulter de ces premières expériences que la dose de 50 gr. par mètre cube, avec une durée d'exposition de 4 heures, soit nécessaire, par une température de 25 à 28°, pour atteindre à coup sûr des doryphores libres dans un local. Encore leur mort n'est-elle pas obtenue au cours des 4 heures, mais ils sont condamnés à périr à brève échéance. Les pommes de terre mises en même temps sous la cloche n'ont pas paru altérées.

Les expériences poursuivies en 1926 et 1927 ont été faites dans le fumigatorium de 1 mètre cube ; elles visaient surtout la destruction de Doryphores placés n'importe où parmi des pommes de terre en sacs : elles ont

été effectuées avec une dose plus élevée que les essais préliminaires, dose supérieure à celles qui ont été indiquées par les Américains Back et Cotton (10 livres pour 1.000 pieds cubes), sans atteindre le chiffre donné par R. de Ong (30 livres).

6° et 7° essais. — 12 et 17 août 1926, dose 160 centimètres cubes (environ 200 gr. par mètre cube), durée 6 heures et 4 heures. On a introduit chaque fois dans le local 4 petits sacs de pommes de terre de 25 kgs. On a placé 5 Doryphores adultes au-dessous, 3 entre les sacs et 2 sur eux. Avec 6 heures tous sont morts.

Avec 4 heures, on trouve dans le premier lot un vivant, 2 morts, et 2 douteux, qui sont du reste reconnus morts à leur tour après 36 heures d'observation. Dans le deuxième lot, tout est mort ; on compte dans le troisième un mort, un douteux, d'apparence fort malade au moment du premier examen, mais qui se rétablit lentement et redevient très actif.

8° essai. — Une observation de contrôle est effectuée le 9 septembre 1927 par M. Verguin. On a mis dans le fumigatorium 50 kgs de pommes de terre et 10 Doryphores diversement placés dans les sacs, entre eux et au-dessus. La température a varié de 21° à 23°, la dose de sulfure de carbone est de 150 cc. et la durée d'exposition 6 heures.

A la sortie du fumigatorium, tous les Doryphores semblent morts ; mis en observation dans une boîte de Pétri, trois d'entre eux, après une nuit, ont quelques réactions ; les autres ne bougent pas. Après 36 heures tous sont capables d'effectuer quelques mouvements. Au bout de 3 jours, 3 sont morts, 7 vivent encore, mais sont incapables de se déplacer lorsqu'on les pose sur leurs pattes.

Les expériences de cette seconde série ont montré que, si l'action de 50 grammes de sulfure de carbone exercée pendant 4 heures est en général suffisante pour mettre les Doryphores adultes hors d'état de survivre, on n'a cependant pas la certitude de tuer tous les sujets éventuellement cachés parmi les sacs de pommes de terre, même en quadruplant la dose.

Mis en présence de 60, 120, 200 et 250 gr. par mètre cube, pendant une durée de 15 heures, les tubercules ne nous ont pas paru sensiblement altérés au cours des semaines suivantes. Mais les observations faites par divers expérimentateurs à propos de la Teigne doivent nous rendre prudents. D'après F. Picard, « le sulfure de carbone, à la dose toxique pour l'insecte, produit un effet néfaste sur la pomme de terre. Il en modifie la substance, de telle sorte qu'elle ne peut plus être cuite que difficilement, et brûle les bourgeons, rendant ainsi les tubercules impropres à la germination comme à la consommation ». Les Américains ont du reste reconnu que l'emploi de 15 livres et plus pour 1.000 pieds cubes (235 grammes par mètre cube) occasionnait des dégâts sérieux.

L'emploi du sulfure de carbone serait surtout recommandable dans de véritables installations où le vide permet d'utiliser des doses plus faibles, qui ménagent la susceptibilité du produit, installations dans lesquelles la surveillance peut être confiée à des personnes compétentes et où l'appareillage offre lui-même toutes garanties. Mais, pour le cas de désinfections

à prévoir dans toute une série de stations de chemins de fer de la région limousine, ou dans une multitude de magasins particuliers, la manipulation du sulfure de carbone par des mains inexpertes m'a paru offrir trop de danger pour être préconisée. Aussi ai-je considéré qu'il valait mieux insister sur l'étude de l'anhydride sulfureux et de l'acide cyanhydrique.

b) Anhydride sulfureux

Une série d'expériences a été faite en 1925 par M. Tempere en vue de fixer la quantité d'anhydride sulfureux nécessaire pour tuer le Doryphore adulte et les larves de grosse taille dans un temps relativement court.

Le procédé employé était simplement la combustion d'une quantité donnée de soufre en poudre, sous la cloche de verre. Pour assurer cette combustion, on place le soufre sur une plaque de coton hydrophile. On utilise un support de façon à ne pas produire une chaleur excessive au voisinage immédiat des insectes. Le feu est mis au coton, soit directement, soit au moyen d'une mèche, de façon à ce qu'on ait le temps nécessaire à la fermeture du récipient.

1er essai. — 27 août, dose 0,85 gr. (50 gr. par mètre cube), durée 2 heures, température 29°. Les deux adultes soumis à ce traitement sont sur le dos, immobiles, paraissant très atteints : après 15 heures l'un est mort, l'autre mourant.

2e et 3e essais. — 28 et 29 août, dose 0,50 (30 gr. par mètre cube), durée 1 heure 1/2 et 1 heure, avec une température de 20° à 23°. Dans l'un et l'autre cas, les Doryphores sont tués.

4e essai. — 29 août, dose 0,50, durée 1/2 heure, température 20°-22°. 3 adultes et 1 grosse larve. A la fin, les adultes sont sur le dos, très malades ; ils sont encore vivants au bout de 3 heures, mais morts au bout de 24 ; la larve paraît tout d'abord bien vivante, mais, après 36 heures, malgré la nourriture fraîche, elle est morte à son tour.

5e essai. — 2 septembre, dose 0,50, durée 1 heure. 2 grosses larves et 2 adultes. Au premier examen, tous sont sur le dos ou sur le flanc et immobiles, sauf un adulte qui remue faiblement les tarses. Après 24 heures, tous sont reconnus morts.

6e essai. — 4 septembre, dose 0,34 (20 gr. par mètre cube), durée 1 heure 10, température 25°. 1 adulte et 2 grosses larves libres sous la cloche ; 1 adulte et 1 larve enfermés dans un tube de verre bouché aux deux bouts par des tampons de coton moyennement serrés, épais d'environ 2 centimètres.

Au bout de 20 minutes, tous les sujets, aussi bien dans le tube qu'en dehors, sont sur le dos ou sur le flanc : après 1 heure 10, tous sont immobiles, mais les adultes réagissent légèrement à la pression. Après 18 heures d'exposition à l'air, tous sont morts.

Dans les conditions de ces expériences, la dose de 25 grammes de soufre par mètre cube a paru nécessaire et suffisante pour tuer ou mettre hors d'état de survivre, après 1 heure de traitement, les Doryphores, tant adultes que larves, soumis à l'action *directe* des vapeurs.

Si l'on réduit la dose ou la durée, les résultats resteront sans doute positifs jusqu'à un certain point en ce qui concerne les adultes, mais les

larves semblent mieux résister puisqu'une grosse a survécu, peu de temps il est vrai, dans le 4e essai, alors que toutes les imagos étaient tuées.

Les tubercules soumis à l'action des vapeurs en même temps que les insectes n'ont montré par la suite aucune altération apparente, ni au point de vue de la consommation, ni à celui de la conservation.

Or, l'effet insecticide n'est certain que vis-à-vis des insectes soumis directement à l'action des vapeurs. Les expériences suivantes montrent que l'interposition de terre, même en une couche d'assez faible épaisseur, met obstacle à cette action.

7e essai. — Le 17 septembre 1925, sous la même cloche de 17 litres sont placés : 2 Doryphores, au fond d'un gros tube, recouverts de 10 cm. de terre fraîche et sablonneuse ; 2 Doryphores dans un gros tube ouvert aux deux bouts, isolés de chaque côté par une couche de 2 cm. de la même terre maintenue entre deux tampons de coton ; 2 Doryphores, dans un tube semblable, isolés de chaque côté par 4 centimètres de terre légèrement humide ; 2 Doryphores, dans les mêmes conditions que les précédents, la terre étant plus tassée ; 1 Doryphore (témoin) dans un tube obturé par un tampon d'ouate peu serré.

Du soufre est brûlé sous la cloche, comme il a été dit plus haut, à raison de 20 grammes par mètre cube (0 gr. 35).

La cloche est ouverte après 1 heure : seul le Doryphore témoin est mourant, tous les autres sont bien vivants.

8e essai. — Le 27 septembre, toujours sous la même cloche, 3 Doryphores sont placés chacun dans un gros tube fermé à une extrémité, l'autre étant obturée par une couche de terre légèrement tassée et un peu humide, ayant de 10 à 20 millimètres d'épaisseur.

Après combustion de 30 grammes de soufre par mètre cube, et 4 heures d'exposition, les 3 sujets sont bien vivants.

9e essai. — Le 29 septembre, dans le même récipient, on a mis 1 Doryphore dans un tube fermé par 1 centimètre de terre peu tassée, 1 dans un tube fermé par 3 centimètres de la même terre, 1 témoin dans un tube fermé par du coton.

Après combustion de 40 grammes de soufre par mètre cube et 4 heures d'exposition, le premier sujet est très malade, le second parfaitement vivant, le témoin mort.

10e essai. — 2 octobre, dose 20 gr. par mètre cube, durée 1/2 heure. 3 Doryphores, dont un libre et deux dans de petits tubes de toile métallique. Mis en observation à la fin de l'expérience, ils sont retrouvés tous sur le dos, mais vivants, le lendemain matin. Quoique mis en présence de feuillage frais, deux sont morts avant la fin de la journée, l'autre est sauvé.

11e essai. — 3 octobre, dose 20 gr. par mètre cube, durée 1 heure. 3 Doryphores enfermés dans un tube en toile métallique sont immobiles à la fin de l'opération ; ils meurent tous.

Les autres essais de l'année ont eu lieu dans le fumigatorium de 1 mètre cube :

12e essai. — 2 octobre, dose 50 gr., vapeurs produites par un générateur placé en dehors et relié au local par un tuyau. Résultats annulés en raison du fonctionnement défectueux de l'appareil.

13 et 14e essais. — Le 5 octobre l'expérience est renouvelée, à deux reprises, à la dose de 25 gr., obtenue cette fois par combustion directe dans le fumigatorium. Il y a chaque fois 6 insectes à l'intérieur d'un tube en toile métallique et 4 dans les

trous de tubercules bouchés avec de la terre. Les durées respectives des opérations sont 1 heure et 3 heures.

Les sujets des tubes métalliques sont tous morts, sauf un, d'ailleurs peu vigoureux, du 13e essai ; par contre, ceux des tubercules sont bien vivants, sauf un de ceux du 14e essai.

Il résulte de ces données que l'action de l'anhydride sulfureux est grandement réduite par l'interposition d'une couche, même peu importante, de terre, surtout si elle est humide ; pour obtenir un effet certain, il faut donc augmenter les doses et durées, dans des proportions que l'état de la saison ne nous a pas permis de fixer en 1925.

Des tubercules, traités dans les mêmes conditions (20 à 30 gr. de soufre, pendant 1 heure ou plus), ont été consommés sans donner lieu à aucune remarque particulière. Mais une expérience spéciale a été faite pour bien juger de l'effet produit sur eux :

Le 2 septembre, plusieurs pommes de terre très saines, les unes intactes, d'autres blessées ou complètement sectionnées, sont mises sous cloche. Du soufre en excès y est brûlé, jusqu'à extinction spontanée, de telle sorte que la quantité d'anhydride sulfureux dégagé soit voisine du maximum qu'elle peut atteindre dans ces conditions. L'appareil n'est ouvert qu'au bout de 4 heures et demie et les tubercules sont mis en observation. Les surfaces de blessure ou de section sont assez rapidement attaquées par des moisissures, mais pas sensiblement plus que sur les échantillons témoins. Quant aux tubercules entiers, examinés après 4 mois, le 5 janvier 1926, ils ne présentaient rien d'anormal. Ils donnent d'ailleurs, par la suite, des pousses vigoureuses et n'offrent, à la consommation, aucun goût désagréable.

En 1926, dans le fumigatorium ou sous la bâche, on a réalisé la production de l'anhydride sulfureux en mettant le soufre en poudre dans une boîte métallique à bords peu élevés, ouverte en dessus et dont le fond est tapissé d'une couche d'ouate ; il brûle ainsi intégralement.

15e, 16e et 17e essais. — 12 et 13 juillet 1926, doses 30, 40 et 60 gr., durée 1 heure. 5 adultes et 5 larves placés à l'intérieur des sacs dans chacun des trois cas. Avec 30 gr, on trouve, au sortir du fumigatorium, 1 adulte bien vivant et 4 malades qui sont morts le lendemain ; 2 larves bien vivantes et 3 douteuses, qui se réveillent ensuite et se mettent à manger avec les autres.

Avec 40 gr., 3 adultes et 2 larves restent vivants, le reste est mort.

Avec 60 gr., tout est mort.

18e et 19e essais. — 13 juillet, 30 gr. et 20 gr., durée 2 heures, température 31°3-30°6 dans le premier cas, 23°5-25°5 dans le second. On a mis 5 adultes et 5 larves dans les sacs. Tout est mort avec 30 gr., tandis qu'avec 20 gr. 3 adultes et 3 larves survivent.

20e essai. — 15 juillet, 30 gr., 1 heure 1/2, température 29°2-27°, 5 adultes et 5 larves dans les sacs. Seuls, 1 adulte et 1 larve paraissent vivre encore au sortir du fumigatorium. Mais tout est mort le lendemain.

21e essai. — 16 juillet, 25 gr., 1 heure 1/2, température 26°6-27°. 5 adultes et 5 larves dans les sacs, entre les tubercules, 1 adulte et 1 larve enfoncés chacun

dans un tubercule, le trou étant bouché avec de la terre. L'adulte placé entre les tubercules a résisté, tout le reste est mort.

22e *essai.* — 17 juillet, 30 gr., 2 heures, température 33°6-32°. On a mis, dans une boîte de 10 × 10 cm., 6 adultes et 5 larves recouverts de 1 cm. 1/2 de terre humide ; dans un autre 7 adultes et 5 larves recouverts de 1 cm. 1/2 de terre sèche. On a posé sur ces boîtes deux petits sacs de pommes de terre de 5 kgs. après avoir logé à l'intérieur de chacun, entre les tubercules, 5 adultes et 5 larves.

Au sortir du fumigatorium, tous les sujets des boîtes sont bien vivants, ainsi qu'un adulte et 2 larves des sacs, dans lesquels 4 adultes et 3 larves sont donc déjà considérés comme morts. Après mise en observation, en présence de feuillage frais, 5 autres adultes et 4 autres larves meurent dans le délai de 24 heures ; on n'a malheureusement pas noté à quels lots ils appartiennent.

23e *et* 24e *essais.* — 19 et 20 juillet, 50 gr. et 40 gr., durée 2 heures. Le dispositif est le même que pour l'essai précédent ; on a mis 3 adultes et 5 larves en terre humide, autant en terre sèche ; 5 adultes et 5 larves dans les sacs de pommes de terre.

Au sortir du fumigatorium et 24 heures plus tard, on note : tous les sujets placés dans les sacs sont morts ; dans la terre humide, tous sont vivants ; dans la terre sèche, avec 50 gr., tous les adultes demeurent vivants, ainsi que 3 larves, tandis que, avec 40 gr., tout est mort sauf une larve, ce qui semble de prime abord contradictoire.

25e *et* 26e *essais.* — 10 et 12 août, 50 gr., durées 4 heures et 3 heures, température 33°2-23°5 le 10, 19°7-21°7 le 12. On a placé chaque fois 5 adultes sous les sacs, au milieu de quelques pommes de terre, 3 entre deux sacs, 2 sur eux. Tous les sujets sont morts.

27e *et* 28e *essais.* — 13 et 18 août, 40 gr. et 30 gr., durée 3 heures, température 23°5-26°2 le 13, 24°-26°8 le 18. Même nombre d'insectes et même disposition que précédemment. Avec 40 gr., tout est mort. Avec 30, les 5 sujets situés sous les sacs ont résisté, tous demeurent vivants ; les 3 placés entre les sacs vivent encore au sortir du fumigatorium, mais sont bien malades et meurent dans les 48 heures ; les 2 placés sur les sacs sont morts avant la fin de l'opération.

29e *essai.* — 26 août, 40 gr., 3 heures, température à l'ombre 34°-32°8. Cet essai a eu lieu sous la tente goudronnée, par forte chaleur et au soleil. 3 adultes et 1 grosse larve ont été placés à terre sous les sacs, 2 adultes et une larve entre deux sacs, 2 adultes et une larve sur les sacs. Tous ont été tués.

30e *essai.* — 27 août, 30 gr., 3 heures, température à l'ombre 33°4-32°. Essai effectué sous la bâche goudronnée, au soleil (la température s'est élevée jusqu'à 42° à l'intérieur de la tente). On a placé 3 adultes et 1 larve à terre sous plusieurs petits sacs empilés ; 2 adultes et 1 larve entre les sacs ; 2 adultes dans un sac ; un adulte sous 1 centimètre de terre sèche, un sous 3 centimètres, un sous 6 centimètres.

Tous les Doryphores du premier lot (sous les sacs) sont restés vivants ; parmi ceux du second (entre les sacs), un seul réagit encore à la pression à la fin de l'opération, mais il meurt ensuite comme les autres ; ceux du troisième (dans le sac) sont morts. Parmi les insectes enfoncés sous la terre, le plus superficiel, bien malade à la fin du traitement, est mort ; les autres sont sauvés.

31e *essai.* — 30 août, 50 gr., 3 heures, température à l'ombre 39°3-27°8. Traitement sous la bâche goudronnée. 4 adultes à terre sous les sacs ; 2 entre 2 sacs ; 2 dans un sac. Les quatre premiers restent vivants, les autres sont tués.

32e *essai.* — 1er septembre, 40 gr., 3 heures. Sous bâche goudronnée. 3 adultes sur le sol, sous les sacs, 2 entre, 2 à l'intérieur ; 1 sous 1 cm. de terre, 1 sous 3 cm., 1 sous 6 cm.

Les trois premiers remuent encore faiblement leurs pattes au sortir de l'opération, l'un d'eux est mort le lendemain, les deux autres au bout de 3 jours. Parmi les seconds (entre les sacs), un est reconnu mort immédiatement, l'autre ne finit de mourir qu'au troisième jour. Les sujets placés dans les sacs sont morts. Il en est de même pour celui qui est à 1 cm. en terre, tandis que les deux autres échappent à l'effet du traitement.

Les données essentielles de toute cette série d'essais peuvent se traduire sur le tableau suivant, où il n'est pas tenu compte du 12e, qui a été faussé par les fuites de l'appareil générateur, et où les résultats du n° 22 ne doivent pas être considérés comme définitifs.

Dans ce tableau les doses sont exprimées en grammes, les durées en heures ; le signe + indigne un résultat positif, le signe — un résultat négatif : le signe ± suivi d'une fraction indique un succès partiel avec la proportion des morts.

Les conclusions essentielles s'établissent comme suit :

Action sur le Doryphore. — D'après les premiers essais effectués en 1925, la quantité d'anhydride sulfureux dégagée par la combustion de 25 à 30 gr. de soufre par mètre cube suffirait à tuer ou à mettre hors d'état de survivre et de nuire, après une heure de contact, le Doryphore adulte et la larve âgée exposés à l'action immédiate des vapeurs. Une dose plus faible a même suffi dans plusieurs cas pour terrasser les imagos, tandis que les larves semblent susceptibles de résister davantage.

Les doses et temps nécessaires ont été reconnus plus élevés à la suite des essais effectués en fumigatorium et sous bâche contre des insectes placés au milieu des pommes de terre dans des conditions diverses. La dose, pour un effet certain contre les insectes, adultes et larves, pouvant se trouver à l'état libre dans un wagon étanche ou dans l'intérieur des sacs, serait de 40 grammes par mètre cube, avec une durée d'exposition de 3 heures.

Les observations de 1925 montraient déjà que l'interposition d'une couche de terre relativement peu épaisse (2 centimètres) avait pour résultat d'empêcher tout effet nocif des vapeurs sur les insectes. D'après celles de 1926, une dose et une durée doubles ou triples ne donnent encore que des résultats incertains Ainsi, dans la terre et par conséquent aussi dans les anfractuosités de tubercules garnies de terre, les Doryphores seraient susceptibles d'échapper, surtout en milieu humide.

Bien souvent, au-dessous des sacs qui reposent sur le sol ou sur un plancher, des insectes sont retrouvés vivants Si tous sont morts dans les expérience 25, 26, 27, cela tient sans doute à l'interposition de quelques pommes de terre entre le sac et le fond du fumigatorium, où la pénétration des gaz fut ainsi rendue plus facile. Au contraire, dans les expériences 28, 30, 31, les sacs, reposant à même sur le plancher ou sur le sol, ont isolé

suffisamment les Doryphores situés en-dessous pour les sauver de l'action des vapeurs. On pourrait en déduire qu'il serait avantageux de soulever les sacs sur des claies pour permettre à l'air et aux vapeurs insecticides de passer dessous.

N° des essais	Doses	Durées	Action sur les doryphores					
			Libres	sous les sacs	dans les sacs	sous terre		
						sèche 1 cm.	sèche 2 cm. et +	hum. 1 cm.
Sous cloche								
10	20	1/2	+ 2/3					
7	20	1	+			—	—	
11	20	1	+					
6	20	1 1/4	+					
4	30	1/2	+					
3	30	1	+					
5	20	1	+					
2	30	1 1/2	+					
8	30	4				—	—	
9	40	4	+			—	—	
1	50	2	+					
En fumigatorium								
19	20	2			+ 4/10			
13	25	1	+ 5/6			—		
21	25	1 1/2			+ 9/10	+		
14	25	3	+			+ 1/4		
15	30	1			+ 4/10			
20	30	1 1/2			+			
18	30	2			+			
22	30	2			+ 6/10	—		—
28	30	3	+	—	+			
16	40	1			+ 5/10			
24	40	2			+	+ 7/8		—
27	40	3	+	+	+			
23	50	2			+	+ 2/8		—
26	50	3	+	+	+			
25	50	4	+	+	+			
17	60	1			+			
Sous tente								
30	30	3		—	+	+	—	
29	40	3	+	+	+			
32	40	3		+	+	+	—	
31	50	3		—	+			

Action sur les tubercules. — Les remarques faites en 1925, après les premières expériences sous cloche, laissaient espérer que le gaz ne détériorerait pas les pommes de terre. Des tubercules traités furent même conservés plusieurs mois et consommés sans qu'il fût possible de noter des différences par rapport aux témoins. La faculté germinative elle-même ne paraissait pas atteinte dans la généralité des cas.

Mais, au cours des essais plus étendus et plus nombreux de 1926, on a constaté qu'il n'en était pas toujours de même. Les pommes de terre fraîchement arrachées ont été altérées et toujours perdues, de telle sorte qu'une seule au milieu d'un sac suffisait à tout détruire par contamination.

Arrachées de longue date, elles ont été détériorées également dans de nombreux cas. C'est ainsi que celles qui furent soumises aux vapeurs les 27 et 30 août et le 1er septembre furent assez vite pourries, puis envahies par des mycéliums divers et rendues pour la plupart inutilisables au point de vue alimentaire. Certaines autres, d'apparence saine, se sont ridées et ont présenté des taches de brûlure arrondies, éparses.

Une étude approfondie serait donc nécessaire avant de décider l'usage de l'anhydride sulfureux dans la pratique ; il faudrait déterminer dans quelles conditions se produisent les brûlures (degré de maturité, variétés, etc.). En attendant, il convient d'être très prudent ; aussi ai-je préféré ne pas entreprendre d'essais sur de grandes quantités.

c) Acide cyanhydrique

Pour obtenir l'acide cyanhydrique, on a utilisé la réaction classique de l'acide sulfurique sur le cyanure de sodium ou de potassium. Le cyanure, en morceaux ou en plaques et non pulvérisé, est enfermé dans un nouet de gaze, qu'on plonge dans un récipient en terre vernissée contenant le mélange d'eau et d'acide sulfurique. Afin d'éviter tout accident, le sachet est suspendu à une ficelle qui passe par la tubulure de la cloche ou par un trou pratiqué dans le plafond du fumigatorium ou de la tente ; on n'a qu'à laisser glisser la ficelle pour que le cyanure se trouve en contact avec le liquide.

La plupart des expériences ont eu lieu avec le cyanure de potassium, quelques-unes avec le cyanure de sodium. Nous avons adopté pour l'un et l'autre une formule unique :

Cyanure	1 partie
Acide sulfurique	1 —
Eau	2,5 —

Aussi suffira-t-il d'indiquer pour chaque expérience la dose de cyanure et la sorte (K = potassium, Na = sodium).

Les essais préliminaires ont eu lieu le 3 août, puis du 22 au 25 août 1925.

1er essai. — Les opérations du 3 août ont eu lieu sous la cloche de 17 litres avec une dose constante d'acide cyanhydrique (0,85 de cyanure de potassium, soit 50 gr. par mètre cube), mais avec des temps variables : 15, 30, 60 minutes. 3 Doryphores adultes et une larve étaient placés chaque fois au fond de la cloche dans un petit cylindre de toile métallique.

Dans le premier cas (15 minutes), par une température de 24°, la larve fut reconnue morte tout de suite, tandis que les adultes, conservés comme douteux, ne l'ont été qu'au bout de 3 jours. Dans le second cas (30 minutes, température 23°5) et dans le troisième (60 minutes, température 22°-23°), tous les sujets ont été reconnus morts après mise en observation de 48 heures.

2e et 3e essais. — Les traitements du 22 et du 25 août ont été faits dans le fumigatorium d'un mètre cube. Doses 10 gr. (K) et 20 gr. (K), durée 30 minutes. Les Doryphores, au nombre de 6, sont restés bien vivants dans le premier cas, morts dans le second, et les pommes de terre indemnes dans l'un et l'autre.

Les expériences ont été poursuivies en 1926, au nombre de 25, du 16 juillet au 23 août : 19 ont eu lieu dans le fumigatorium, 3 sous la tente goudronnée, 3 sous une tente en toile ordinaire. Dans ces dernières conditions, on a fait agir 20, 30 et 40 gr. avec une durée d'exposition de 4 heures et les résultats ont été mauvais et contradictoires, à cause de la perméabilité de la toile ; il me paraît inutile de faire état de ces trois essais nettement défectueux.

Les essais n° 4 à 22 ont eu lieu dans le fumigatorium, les n° 23 à 25 sous la tente goudronnée ; en voici les résultats :

4e et 5e essais. — 16 et 17 juillet, doses 10 et 20 gr. (K), durée 1 heure, température 24°-25°2 le 16, 25°5-28° le 17. Chaque fois 5 adultes et 5 larves ont été placés dans les sacs, parmi les pommes de terre. Tous sont inertes à l'ouverture du fumigatorium. Mais, après 24 heures, on reconnaît que tous les adultes du 4e essai sont vivants, ainsi que 3 larves, tandis qu'une larve est malade et une morte.

Pour le 5e essai, après 48 heures, on compte 1 adulte mort et 4 très malades, qui meurent les jours suivants, 3 larves mortes, 1 très malade, 1 bien vivante.

6e essai. — 19 juillet, 20 gr. (K), 2 heures, température 23°-24°. 5 adultes et 5 larves dans les sacs. Tous sont morts.

7e essai. — 21 juillet, 10 gr. (K), 2 heures, température 23°3-22°5. 5 adultes et 5 larves dans les sacs ; 3 adultes et 5 larves sous une mince couche de terre sèche (1/2 cm. environ) ; 3 adultes et 5 larves sous une mince couche de terre humide (1/2 cm. environ). Au sortir du fumigatorium, tout paraît mort. La mise en observation confirme que tous les sujets ont péri.

8e essai. — 30 juillet, 10 gr. (K), 2 heures, température 21°6-23°3. 2 adultes et 4 larves au milieu des pommes de terre dans un sac en toile à larges mailles et sec ; 3 adultes et 2 larves dans un sac en toile à mailles serrées et mouillé ; 1 adulte et 2 nymphes au fond de deux tubes sous 3 centimètres de terre sèche maintenue par un léger tampon d'ouate ; 1 ponte au fond d'un tube fermé par un tampon ; enfin, 1 adulte et 1 larve à chacune des profondeurs 1, 3, 6 et 10 cm., dans un pot rempli de terre légèrement humide, humectée en surface au dernier moment.

Pendant les quelques heures qui suivent la fin de l'opération, tous les sujets, sauf les deux derniers (adulte et larve à 10 cm.), semblent morts. Tous, sauf ces deux-là, ont donc été plus ou moins impressionnés par les vapeurs. Les résultats définitifs sont enregistrés après une surveillance de 72 heures : dans les sacs tous les adultes sont morts, ainsi qu'une larve sur 4 dans le premier et 1 sur 2 dans le second ; dans les tubes, les 3 sujets vivent, les deux nymphes étant devenues imagos, et la ponte paraît touchée, puisqu'elle n'a pas donné de naissances ; dans le pot, seul l'adulte de la surface (1 cm.) est mort après avoir réagi pendant plus d'un jour, les trois autres et les quatre larves sont parfaitement actifs.

9e essai. — 31 juillet, 20 gr. (K), 2 heures, température 24°-25°. 6 adultes et 6 larves, libres dans les sacs, au milieu des pommes de terre, ainsi que 2 nymphes et 1 ponte protégées par un tube de verre non bouché ; 1 adulte et 1 larve à chacun des niveaux 1, 3, 6 et 10 cm. dans un pot contenant de la terre à peine humide.

Au moment du premier examen, on s'aperçoit que 3 adultes et 2 larves ont été écrasés par accident entre les tubercules. Après une mise en observation de 48 heures, on reconnaît que tous les autres sujets des sacs sont morts, y compris les deux adultes provenant de la transformation des nymphes. La ponte n'éclot pas. Dans le pot, larve et adulte de la surface (1 cm.) sont déjà morts ; ceux de 3 et 6 cm., inertes à la sortie du fumigatorium, recouvrent ensuite toute leur activité ; ceux du niveau inférieur (10 cm.) sont indemnes.

On note qu'une heure après la fin de l'expérience, et malgré la sortie du pot au grand air, la terre présente dans toute son épaisseur une odeur nette d'acide cyanhydrique.

10e essai. — 31 juillet, 20 gr. (K), 2 heures, température 27°1-26°5. 6 adultes et 6 larves disposés dans les sacs comme précédemment ; 4 adultes et 4 larves disposés dans la terre à peine humide d'un pot, par groupes d'un adulte et une larve, aux quatre niveaux précités.

Après observation de 72 heures, on constate que tous les adultes des sacs sont morts, ainsi qu'une larve ; 3 autres sont malades et meurent ensuite sans avoir repris leur état normal ; une est bien vivante. Dans le pot, seuls la larve et l'adulte de la surface, d'apparence douteuse au début, sont morts, ceux des trois autres niveaux sont actifs.

11e essai. — 2 août, 20 gr. (K), 3 heures, température 25°5-28°7. 6 adultes et 4 larves dans les sacs ; 1 adulte et 1 larve à chacune des profondeurs 1, 3 et 6 cm., dans un pot garni de terre sèche. Tous les insectes sont inertes au moment du premier examen et sont reconnus morts par la suite.

12e essai. — 3 août, 15 gr. (K), 3 heures, température 23°4-24°2. 8 adultes et 4 larves dans les sacs ; 1 adulte et 1 larve à chacun des trois niveaux 1, 3 et 6 cm., en terre sèche.

Tous les sujets sont inertes au premier examen, et tous sont reconnus morts par la suite ; mais les larves, comme d'ailleurs dans le cas précédent, ont conservé pendant 3 ou 4 jours un aspect relativement frais ; au bout de 18 heures, les adultes qui avaient été placés à 3 et 6 cm. de profondeur gardent de faibles mouvements ; la larve de 6 cm. réagit encore au bout de deux jours et celle de 3 cm. jusqu'au quatrième jour (elle ne finit de mourir que le 9 août).

13e essai. — 4 août, 15 gr. (K), 3 heures, température 22°-24°8. 8 adultes et 7 larves dans les sacs ; des groupes de 1 adulte et 1 larve à 1, 3, 6 et 10 cm. de profondeur en terre sèche, à 1, 3, 6 cm. en terre moyennement humide.

Tous les sujets sont inertes à la sortie et sont reconnus morts par la suite, sauf ceux qui étaient à 10 cm. en terre sèche et à 6 cm. en terre humide et qui sont bien actifs dès le premier moment de leur libération. La larve de 6 cm. en terre sèche et celle de 3 cm. en terre humide ont présenté encore de faibles réactions pendant 3 jours.

14e essai. — 4 août, 20 gr. (Na), 3 heures, température 24°-23°8. 7 adultes et 5 larves dans les sacs ; 1 adulte et 1 larve à chacun des 4 mêmes niveaux en terre sèche et des 3 niveaux en terre un peu humide.

Les sujets des sacs, inertes à la sortie, sont tous morts. Par suite des circonstances, ceux des pots ont été laissés en terre pendant 15 heures, hors du fumigatorium, avant d'être examinés, ce qui a pu prolonger un peu l'action de l'insecticide. En fait, tous sont immobiles au moment de l'examen, et tous ont péri en définitive ; seuls les individus placés à 10 cm. et les larves placées à 6 manifestent une faible réaction pendant un jour.

15e essai. — 5 août, 12 gr. (Na), 4 heures, température 24°-26°5. 1 adulte et 1 larve sont suspendus dans le fumigatorium à l'abri d'un sachet de gaze ; 6 adultes et 4 larves sont dans les sacs, entre les pommes de terre, une des larves a même été introduite dans la profonde anfractuosité d'un tubercule ; 3 adultes et 2 larves sont logés sous les sacs ; 1 adulte et 1 larve sont placés à chacun des 4 niveaux 1, 3, 6 et 10 cm. en terre sèche, et à chacun des trois niveaux (1, 3 et 6 cm.) en terre humide.

Résultats : les insectes suspendus dans le local et ceux qui étaient dans les sacs sont tous tués. Les sujets sortis de dessous les sacs sont encore vivants au moment de la première épreuve, à l'exception d'une larve ; mais la seconde larve et deux des adultes meurent à leur tour dans les 72 heures.

Parmi les sujets des pots, le seul qui échappe à l'asphyxie est l'adulte placé à 6 cm. en terre humide. La larve qui était à 3 cm. et celle qui était à 10 en terre sèche continuent à réagir pendant plusieurs jours ; elles vivent encore, quoique fort malades, le quatrième jour ; celle qui était à 6 cm. en terre humide n'est morte qu'au bout du troisième, et peut-être accidentellement, car elle est active le second jour. Tous les autres sujets, inertes à la sortie du fumigatorium, sont bien morts.

16e essai. — 6 août, 25 gr. (Na), 3 heures, température 24°5-26°5. 2 adultes suspendus dans le local ; 5 placés dans un sac ; 5 sous un sac, sur le plancher ; 6 entre deux sacs de 25 kgs superposés ; 4 en terre sèche à 1,3, 6 et 10 centimètres. Dans l'atmosphère du local, dans le sac et entre les deux, ainsi que dans le pot, tous ont péri ; il en est de même entre plancher et sac, sauf pour un.

17e essai. — 6 août, 20 gr. (Na), 3 heures, température 28°-27°. 5 adultes dans les sacs, 5 entre 2 sacs, 5 dessous. Parmi ces derniers, 2 ont été accidentellement écrasés, 2 paraissent tués par l'action du produit, 1 est bien vivant ; les 10 autres sont morts.

18e essai. — 7 août, 20 gr. (Na), 4 heures, température 24°7-23°4. 2 adultes dans un sac, 11 sous les sacs (dont un à l'intérieur d'une cagette), 4 entre 2 sacs (dont un également captif). Un des sujets placés sous les sacs se réveille de sa torpeur et reprend son activité dans les 3 jours ; tous les autres, inertes à la sortie, sont bien morts.

19e essai. — 9 août, 20 gr. (Na), 4 heures, température 28°-26°4. 4 adultes dans les sacs, 5 sous les sacs, 6 entre. Tous sont morts.

20e essai. — 14 août, 30 gr. (Na), 3 heures, température 26°-23°4. 5 adultes sous les sacs, 3 entre deux sacs, 2 au-dessus. Tous sont morts.

21e essai. — 19 août, 10 gr. (K), 3 heures, température 22°4-24°2. 2 adultes dans un sac, 5 dessous, 3 entre deux sacs, 1 à 3 cm., 1 à 6 cm. en terre sèche. Il reste 1 vivant sur 2 dans le sac, 5 sous le sac. Dans la terre, le sujet le moins profond est tué, l'autre demeure actif, quoique semblant un peu touché au début. Le papier réactif indique la présence d'acide cyanhydrique dans le sol jusqu'à 10 cm. de profondeur.

22e essai. — 19 août, 30 gr. (K), 3 heures, température 24°4-24°. 2 adultes et 1 larve dans un sac ; 5 adultes et 1 larve sous un sac ; 3 adultes et 1 larve entre

deux sacs. Tous sont reconnus morts immédiatement, sauf la larve placée sous le sac : elle vit encore le 26, quoique malade et incapable de se nourrir.

23e *essai.* — 19 août, 30 gr. (K), 3 heures, température 22°4-24°2. Cette expérience est organisée sous la tente goudronnée, dont la partie rabattue est chargée de terre. Il y a deux sujets parmi les tubercules, 3 entre deux sacs, 5 sur la terre au-dessous.

Ces derniers échappent, bien que trois d'entre eux soient immobiles et malades le premier jour et une partie du second. Les autres ont été tués.

24e *ssai.* — 21 août, 25 gr. (K), 3 heures, température 27°-26°. Sous tente goudronnée. 4 adultes à terre sous un sac, 3 entre deux sacs.

Un des quatre premiers redevient actif après avoir été immobilisé quelques heures, un autre traîne deux jours avant de mourir et deux ont péri pendant le traitement. Un des trois qui ont séjourné entre les deux sacs apparaît tout d'abord immobile et un second peu actif ; mais tous les trois résistent et se mettent à manger avidement le feuillage qu'on leur offre le troisième jour.

25e *essai.* — 23 août, 50 gr. (K), 3 heures, température 29°-27°. Sous tente goudronnée. 4 sujets à terre sous les sacs, 3 entre les sacs. Tous sont morts.

L'essentiel des résultats obtenus au point de vue insecticide fait l'objet du tableau ci-contre, dressé dans les mêmes conditions que le précédent (voir p. 111).

Action sur le Doryphore. — La tente en forte toile ordinaire est inutilisable. Seule la tente en toile goudronnée a pu être employée concurramment avec le fumigatorium. Il semble que, dans ces dernières conditions de milieu suffisamment clos et par une température supérieure à 22°, 15 à 20 gr., avec une durée de 2 heures, suffiraient amplement pour tuer tous les insectes libres dans le local et directement exposés au dégagement des vapeurs.

Mais là n'est pas la question. Pour obtenir la mort des Doryphores logés éventuellement dans les sacs, entre les pommes de terre, ou entre les sacs, il a fallu 20 gr. et 3 heures, quoiqu'un pourcentage très élevé (9/10) ait été obtenu avec une durée de 2 ou même d'une heure seulement et que tous les sujets aient péri sous l'action de 15 gr. au bout de 3 heures. Il paraît surtout difficile d'atteindre les Doryphores logés éventuellement sous les sacs, même aux doses de 25 et 30 grammes et avec une exposition de 3 heures.

La pénétration du gaz à travers la terre, à dose suffisante pour tuer les insectes, a été obtenue constamment à partir de 20 gr. et 3 heures, et souvent aussi avec 15 gr. et 3 heures, jusqu'à une profondeur de 6 cm. dans le cas de terre sèche et de 3 dans le cas de terre un peu humide. La question de l'humidité serait aussi importante pour l'acide cyanhydrique que pour l'anhydride sulfureux.

Action sur les tubercules. — Dans le traitement à l'acide cyanhydrique, aux doses et temps reconnus nécessaires, les pommes de terre sont détériorées ; elles le sont d'autant plus qu'elles sont moins mûres ou plus

fraîchement arrachées. Coupées ou pelées, elles subissent une telle nécrose des tissus qu'exposées ensuite à l'air, elles se couvrent rapidement de moisissures et présentent une odeur infiniment désagréable et une pourriture rapide.

N° des essais	Doses (en gr.)	Durée (en heures)	Action sur les Doryphores								
			Libres	Sous les sacs	Dans ou entre les sacs	en terre sèche				en terre humide		
						1 cm	3 cm	6 cm	10 cm.	1 cm	3 cm	6 cm
2	10	1/2	—									
4	10	1			+ 2/10							
7	10	2			+	+				+		
8	10	2			+ 7/11		—			+ 1/2	—	—
21	10	3		—	+ 1/2		+	—				
15	12	4	+	+ 4/5	+	+	+	+	+	+	+	—
12	15	3			+	+	+	+				
13	15	3			+	+	+	+	—	+	+	—
3	20	1/2	+									
5	20	1			+ 9/10							
6	20	2			+							
9	20	2			+							
10	20	2			+11/12				—	+	—	—
11	20	3			+	+	+	+	—	+	—	—
14	20	3			+	+	+	+	+	+	+	+
17	20	3		+ 2/3	+							
18	20	4		+10/11	+							
19	20	4		+	+							
16	25	3	+	+ 4/5	+	+	+	+	+			
24	25	3		+ 3/4	—							
20	30	3	+	+	+							
22	30	3		+	+							
23	30	3		—	+							
1	50	1/4	+									
25	50	1		+	+							

N. B. — Les insectes en pots de l'essai n° 6 ont été laissés en terre pendant 15 heures après la fin de l'expérience avant d'être examinés. Dans l'essai n° 7 l'épaisseur de la terre était d'environ un demi-centimètre au lieu de 1 centimètre.

Par exemple, la vérification faite le 14 septembre, sur des pommes de terre traitées à l'acide cyanhydrique les 27 et 30 août, a montré qu'elles étaient devenues, toutes sans exception, *absolument inutilisables*. Une pourriture humide a atteint certaines d'entre elles, tandis que d'autres, complè-

tement ratatinées et sèches, ont été envahies par des champignons divers.

Les expériences des 8, 9 et 13 septembre, vérifiées au bout de quinze jours, ont présenté les mêmes phénomènes d'altération des tubercules traités. Il faudrait donc, je crois, comme pour l'anhydride sulfureux ou le sulfure de carbone, pouvoir réduire la dose et le temps par l'emploi du vide ; mais cela ne peut être envisagé dans le cas spécial de désinfection sur charrettes ou sur wagons et dans une multitude de gares.

Une question accessoire qui ne manque pas d'intérêt est celle de la pénétration du gaz cyanhydrique dans la pulpe des tubercules.

Au cours d'expériences faites par Lutrario et citées par Griffin et Back (1), des pommes de terre traitées à raison de 5 grammes de cyanure de sodium par mètre cube et pendant 80 minutes ne contenaient plus de traces d'acide cyanhydrique une heure après l'opération, sauf dans le cas de tubercules coupés, à section fraîche, dans lesquels la persistance se faisait sentir pendant 24 heures. Griffin et Neifert (2), qui ont opéré avec une dose bien plus élevée, 40 grammes, pendant une heure probablement, sont d'avis que les pommes de terre ne subissent pas d'influence nocive appréciable.

Mais nous avons été conduits à employer à la fois de fortes doses et de longues durées. Il était donc nécessaire de poser de nouveau la question, surtout pour les pommes de terre arrachées depuis peu et mal protégées par leur pellicule fraîche. Si la désinfection par l'acide cyanhydrique était envisagée, la question mériterait une étude plus approfondie. Mais déjà MM. Tempere et Dieuzeide ont fait à ce propos diverses tentatives.

Dans une première série d'expériences, les tubercules traités, de taille moyenne ou petite (3 à 6 centimètres de diamètre), étaient indemnes de toute blessure accidentellement causée par les outils d'arrachage ; ils venaient d'être récoltés, la maturité était complète ou presque (premiers jours de septembre). La recherche, purement qualitative, de l'acide cyanhydrique a été faite au moyen du papier picrosodé de Guignard (3).

(1) U.S.A. Department of agriculture, Entom., Bull. n° 1307.
(2) U.S.A. Department of agriculture, Entom. Bull. n° 1149.
(3) Papier filtre trempé dans une solution de :

Acide picrique	1 gramme
Carbonate de soude cristallisé	10 grammes
Eau distillée	100 cc.

Le mode de préparation suivant m'a été obligeamment indiqué par M. Dubaquié. Faire dissoudre dans 100 cc. d'eau, à chaud, 1 gr. d'acide picrique et ajouter avant refroidissement 10 gr. de carbonate de soude cristallisé. Tremper dans cette solution des bandes de papier filtre et les essorer légèrement. Raper des pommes de terre, ajouter cinq fois leur poids d'eau, placer dans un petit ballon, maintenir le papier réactif avec le bouchon. Au bout de 12 à 24 heures, le papier prend une teinte orangée-rouge.

Ces tubercules, examinés après divers temps d'exposition à l'air libre,

étaient coupés en menus fragments et introduits dans un flacon bouché immédiatement, le bouchon maintenant une bandelette de papier picrosodé qui n'avait aucun contact avec la pomme de terre.

On a pu constater par ce procédé que les tubercules soumis au traitement utile pour la destruction du Doryphore, c'est-à-dire à l'acide cyanhydrique dégagé par 30 grammes au moins de cyanure, pendant une durée de 3 heures, ont absorbé une notable quantité du gaz et le retiennent pendant plusieurs heures. Le centre même en est imprégné, ainsi que le montre un noyau obtenu par enlèvement d'une zone corticale de 1 à 2 centimètres d'épaisseur. La cuisson n'a pas toujours empêché la réaction de se produire.

Au bout de 20 heures, aucun dégagement n'a été obtenu de tubercules ayant été traités pendant 2 h. 30, avec 25 grammes de cyanure de potassium. Par contre, il s'en est produit pour des tubercules traités pendant 3 heures à la dose de 50 grammes.

Il a naturellement été procédé à un contrôle au moyen de tubercules témoins qui n'ont donné lieu à aucune réaction du papier picrosodé.

La faculté de rétention semble varier avec la grosseur des pommes de terre, leur degré de maturité, leur fraîcheur, avec la situation en vrac ou en sac, avec la variété, etc.

Dans une seconde série d'expériences, M. Dieuzeide a cherché précisément à comparer des pommes de terre fraîchement arrachées avec d'autres, de même sorte, arrachées depuis plus d'un mois et conservées au sec depuis ce temps-là.

Le 8 septembre, un lot de chaque catégorie est placé dans le fumigatorium, sur le plancher, sans toile interposée. Le traitement est fait avec 30 grammes de cyanure de potassium et dure 4 heures. L'examen au papier picrosodé donne les résultats que voici (le signe + indique la réaction positive, c'est-à-dire la présence d'acide cyanhydrique, le signe — la réaction négative, c'est-à-dire son absence) :

	Arrachées le jour même	Arrachées depuis plus d'un mois
Au bout de 2 heures	+	—
— 12 —	+	—
— 15 —	+	—
— 19 —	+	—
— 22 —	—	—
— 27 —	—	—

D'après cette expérience, les tubercules fraîchement arrachés ont retenu HCN pendant au moins 19 heures, tandis que ceux arrachés depuis un mois au moins n'en contenaient pas après deux heures d'aération.

En outre, 5 Doryphores adultes ont été placés dans le fumigatorium : 2 sous une toile de sac, 3 sur le plancher, pour vérifier l'action directe ; les 5 étaient morts à l'issue de l'opération.

Le 9 septembre, une expérience analogue sur deux autres lots, dont un arraché depuis un jour, l'autre depuis un mois, donne des résultats semblables :

	Arrachées la veille	Arrachées depuis plus d'un mois
A l'issue de l'opération	+	—
Au bout de 2 heures	+	—
— 6 —	+	—
— 17 —	—	—

Le 10 septembre, sous une cloche de verre, avec la dose correspondant à 35 grammes par mètre cube et 3 heures de durée, on note encore une différence analogue :

	Arrachées la veille	Arrachées depuis plus d'un mois
Au bout de 10 minutes	+ (virage intense)	+ (virage léger)
— 3 heures	+	—

Une expérience spéciale a été faite le 13 septembre dans le fumigatorium pour comparer, au point de vue de la rétention, d'une part 3 variétés de pommes de terre, d'autre part deux sortes de toiles à sacs.

Des pommes de terre, arrachées depuis trois jours et appartenant aux trois variétés : ronde jaune, saucisse et early, ont été mises ensemble, d'une part dans un sac en toile n° 319, du type ordinairement utilisé pour les expéditions, d'autre part dans un sac à mailles plus serrées, n° 321, d'un type employé plus rarement.

La dosé était de 30 grammes, le temps 4 heures.

Les résultats sont les suivants :

Variétés	Jaune		Saucisse		Early	
Sacs	319	321	319	321	319	321
Au bout de 30 minutes	+	+	+	+	+	+
— 3 heures..	+	+	+	+	+	+
— 19 — ..	—	—	—	—	—	—

Un Doryphore adulte avait été introduit dans chacun des sacs. Les deux ont été trouvés morts.

Un essai comparatif effectué dans les mêmes conditions, le 14 septembre, avec des pommes de terre des trois variétés, arrachées depuis plus d'un mois, a montré qu'il n'y avait aucune réaction, même à l'issue du traitement, quel que soit le sac.

La conclusion qui se dégage de ces expériences sur le risque de rétention est qu'avec les doses et durées reconnues nécessaires pour la destruction des Doryphores interposés, les pommes de terre intactes, mais fraîchement arrachées, ont retenu l'acide cyanhydrique pendant un temps variable, entre 17 et 20 heures, tandis que d'autres, arrachées depuis plus d'un mois ne le retenaient que quelques minutes. La question de la toile des sacs et celle des variétés ne paraissent pas avoir grande influence à ce point de vue.

La rétention par les tubercules blessés ou coupés n'a pas la même importance, puisqu'ils ne se conservent pas, tant est rapide leur pourriture à la suite du traitement.

Conclusions relatives à la désinfection

Cet ensemble d'expériences sur la désinfection montre que les doses et temps sont, d'une façon générale, trop élevés pour ne pas nuire plus ou moins à la conservation des pommes de terre, surtout de celles qui sont récoltées depuis peu ou qui sont blessées. La détérioration est plus constante et plus rapide avec l'acide cyanhydrique qu'avec l'anhydride sulfureux. Les pommes de terre traitées au sulfure de carbone à la dose de 160 cc. par mètre cube, pendant 6 heures, ont aussi présenté des altérations inquiétantes, bien que quelques insectes aient résisté à cette dose.

En admettant même qu'il n'y eût pas de danger pour la marchandise, les temps d'exposition reconnus nécessaires seraient trop élevés pour permettre l'application d'un tel système dans les gares expéditrices.

Or, il ne serait possible d'abaisser les doses et de diminuer les temps qu'en opérant à la manière des Américains, avec le *vide partiel*. Mais cela nécessiterait des installations très coûteuses qui sont appelées à rendre des services considérables dans les relations internationales, mais qui ne sont pas de mise pour de multiples installations provisoires réparties dans les zones suspectes.

C. *LE NETTOYAGE DES TUBERCULES*

Déjà, en 1925, sans attendre le résultat des essais que je viens d'exposer, j'avais envisagé la question du nettoyage. Dans un rapport du 1er septembre, tout en faisant des réserves sur l'organisation des centres de désinfection, je considérais comme possible, et comme acceptable pour les pays étrangers, la sortie des pommes de terre récoltées en excédent sur les zones de protection, « sous réserve que les tubercules fussent propres, absolument exempts de terre et de débris et qu'ils fussent mis en emballages neufs ».

On pourrait, disais-je, « laisser aux agriculteurs le soin d'obtenir à leur guise la propreté rigoureuse des lots qu'ils veulent transporter. Ils emploieraient notamment avec avantage des appareils trieurs, ou des cribles tournants, sortes de tambours en treillis de construction simple, analogues à ceux que l'on utilise en Périgord pour cribler les noix. En admettant, au pis aller, qu'il existe un Doryphore engourdi au milieu de la marchandise, cette opération de brassage et de criblage peut assurer son élimination ».

Tout en accueillant mes suggestions, M. le Ministre de l'Agriculture, après avis du Comité consultatif des Epiphyties, crut devoir imposer le lavage des tubercules. Mais aucune expédition ne se fit sous ce régime et la question dut être reprise en 1926.

Il était essentiel que les moyens offerts fussent pratiques, rapides et peu coûteux. Il fallait aussi tenir compte des chiffres, envisager que certaines gares du Limousin pouvaient avoir à expédier plusieurs wagons de pommes de terre chaque jour.

Le nettoyage sur les claies mobiles de cribleurs mécaniques, suivi d'une mise en sacs neufs ou lessivés, ou bien en wagons préalablement balayés, était susceptible de satisfaire à la fois les expéditeurs et les destinataires et de donner toute garantie, notamment au point de vue exportation.

Les instructions ministérielles prévoyant que le nettoyage, au lieu d'avoir lieu chez les particuliers, serait fait, pour tous les lots, à la gare même, nous avons organisé, pour la campagne d'hiver 1926-1927 et pour les trois suivantes, un réseau de centres d'expédition, qui étaient en même temps des centres de nettoyage. Il s'agissait de stations de criblage et de mise en wagon situées dans les locaux de gares ou stations de chemin de fer.

L'installation type était faite dans une halle à marchandises, offrant un assez grand espace libre (10 m. × 10 m., par exemple), avec une entrée du dehors pour l'arrivée des sacs de pommes de terre, une sortie sur le quai pour le chargement sur wagons soit en sacs, soit en vrac, et, dans l'intervalle, un appareil cribleur mécanique à plateaux superposés, manœuvré habituellement à la manivelle, quelquefois avec un moteur. En plaçant au-dessus le tamis aux mailles étroites, on pouvait éliminer la fonction de cribleur et ne conserver que le secouage. Les pommes de terre devaient sortir de l'appareil parfaitement propres, la terre interposée, ainsi que tout corps étranger (paille, etc.) passant à travers le treillis.

Toutes les opérations étaient faites sous les yeux d'un contrôleur, par la main-d'œuvre de l'expéditeur. Les pommes de terre tombaient dans des paniers, d'où elles étaient ensuite versées dans les sacs préalablement reconnus parfaitement propres.

De tels centres ont fonctionné au nombre de 3 en 1926-1927, 17 en 1927-1928, 18 en 1928-1929, 38 en 1929-1930. Ils ont permis d'évacuer, à partir de la zone de protection limousine, une importante quantité de pommes de terre (11.600 tonnes durant l'hiver 1927-1928).

A la fin de 1929, M. le Ministre de l'Agriculture, après avis du Comité consultatif des Epiphyties, voulut bien admettre la création de 12 centres analogues dans la grande zone contaminée limousine, pour des expéditions à faire exclusivement vers la zone contaminée bordelaise, dont elle se trouvait alors séparée par une large bande de protection.

A partir de 1930, la confluence des zones limousine et bordelaise à travers le Périgord permet le transport sans contrôle et durant toute l'année sur un vaste territoire comprenant, entre autres, les villes de Poitiers, Limoges, Brive, Périgueux, Bordeaux, Mont-de-Marsan.

Au reste, pour la campagne d'expéditions 1930-1931, M. le Ministre a cru pouvoir aller plus loin ; les centres ont été supprimés et les expéditeurs sont désormais libres de nettoyer leurs pommes de terre à leur guise, pourvu qu'ils les présentent propres aux stations de chemins de fer et qu'ils se soumettent au contrôle des agents du Service de la Défense des Végétaux.

Cette stricte surveillance est, bien entendu, indispensable ; mais ce qui importe tout d'abord, c'est que la récolte des champs effectivement envahis soit hors d'état de nuire et ne puisse être mélangée avec celle des autres cultures de la zone contaminée. Utiliser cette récolte à la ferme est la solution la meilleure ; on devra toujours la ramasser avec soin et à la main, pour l'emporter dans des sacs et sur des véhicules parfaitement propres.

Des précautions élémentaires prises méthodiquement sur les champs doryphorés, grâce à une prolongation de la surveillance jusqu'après la récolte, auraient l'avantage de diminuer beaucoup la suspicion qui pèse sur les communes envahies ou sur l'ensemble des zones contaminées ; elles

rendraient le risque à peu près nul pour les zones de protection. Elles permettraient d'autoriser très largement les expéditions à partir de ces dernières et de les tolérer sans risque à partir des autres, durant certaines périodes et moyennant un contrôle.

En tout cas, la question ne doit pas être envisagée seulement du point de vue français, et surtout régional ; il faut la considérer avant tout du point de vue international, tant qu'il reste une part de notre commerce à sauvegarder de ce côté-là.

***

II. TRAITEMENT DU SOL

Les importantes relations du Doryphore avec la terre, soit pour la nymphose, soit pour le repos d'hiver ou d'été, obligent à comprendre dans la méthode de lutte des opérations de traitement du sol.

En Amérique, on en fait peu de cas et il en sera de même sans doute chez nous lorsqu'il ne s'agira plus, comme là-bas, que de récolter malgré la présence du Doryphore.

En Allemagne, au contraire, où il s'agissait d'éteindre, et vite, les petites taches qui ne demandaient qu'à croître et se multiplier, on a soumis chaque fois le terrain à une désinfection extrêmement sévère, avec retournement, labour profond, arrosage intense de pétrole ou de benzol.

Une pareille intervention brutale se fût imposée logiquement chez nous, si l'énorme extension et la dissémination considérable des foyers dès avant la première alerte n'avaient mis les directeurs des services agricoles en présence d'une impossibilité matérielle, eu égard aux ressources dont ils disposaient.

Force était donc de limiter à de petits foyers les applications massives d'hydrocarbures et de rechercher, pour la destruction des Doryphores du sol en plus large surface, des moyens moins onéreux.

Les expériences de 1922 m'avaient amené à préconiser l'emploi du sulfure de carbone et de la chloropicrine. Celles qui ont été faites ensuite à la Station de Bordeaux ont porté de nouveau sur les vapeurs de ces deux produits, ainsi que sur la chaux, le carbure de calcium, l'essence d'auto et le benzol (déjà essayés la première année), le paradichlorobenzène, les cyanures de potassium et de calcium, le crésyl, le bisulfite de soude et quelques produits du Pin maritime.

a) Chaux

Etant donné les résultats négatifs obtenus au laboratoire en 1922, dans les essais de traitement du sol à la chaux, j'avais jugé inutile de porter les

opérations sur le terrain. La chaux était cependant considérée comme un des éléments actifs de l'arsenal mis en œuvre par les Allemands sur les foyers de 1877, qu'ils avaient guéris.

Pour pousser plus à fond cette question, j'ai fait quelques nouvelles expériences, au début de 1923, sur des groupes de Doryphores adultes. Le 16 mai, en faisant éteindre de la chaux dans une capsule de porcelaine au contact de plusieurs Doryphores, la température s'élevant jusqu'à 64°, on constate que tous sont morts à brève échéance.

Tous meurent également au cours de deux expériences faites le 18 mai, comportant l'une et l'autre le mélange avec un poids égal de terre, la chaux étant laissée en morceaux dans un cas, pulvérisée au mortier dans l'autre, et l'arrosage qui la fait éteindre élevant la température à 70° dans le premier, à 63° dans le second.

Le 19 mai, répétition de l'expérience dans un mélange de 1 partie de chaux vive pulvérisée et 2 parties de terre, la température atteignant 63°. Sur 6 insectes, 3 sortent de l'épreuve fort malades et sont reconnus morts le 23 ; les trois autres sont restés bien vivants, et l'un d'eux se met à pondre.

Le 27 mai, dans un mélange de chaux vive (1 partie) et terre (4 parties), dans lequel la température s'est élevée à 49°, tous les insectes (4) subissent l'épreuve sans mourir.

Dans ces divers cas, la vérification du résultat était faite le soir même ou le lendemain. Il y avait lieu de se demander si une dose de chaux non mortelle immédiatement (1/4 par exemple) n'allait pas provoquer la mort à la suite d'un séjour prolongé. Or, l'expérience du 27 mai, renouvelée le 29, mais vérifiée seulement le 1er juin, c'est-à-dire au bout de 72 heures, a donné le même résultat négatif, bien que les insectes fussent pris dans le mélange comme dans un bloc .

Tout nous portait donc à conclure que le succès des essais des 16, 18 et 19 mai était dû à l'élévation de température et non au contact de la chaux. Ce qui le démontre, c'est une dernière expérience faite le 29 mai avec un mélange de terre et de chaux vive à parties égales : on a fait éteindre la chaux, puis attendu le refroidissement avant de placer les insectes. Ils ont été pris comme dans un bloc, mais retrouvés bien vivants après 24 heures et conservés ensuite sur feuillage de Pomme de terre pendant des semaines.

Tout cela me conduit à confirmer la conclusion formulée en 1922 : que la chaux vive est inefficace contre les stades souterrains du Doryphore et qu'il serait dommage de compter sur elle seule, comme on l'a fait jadis, pour l'extinction des foyers accrochés.

b) Carbure de calcium

Nos premiers essais de carbure de calcium pour le traitement d'un sol doryphoré eurent lieu en 1922. Les résultats avaient été encourageants. Une application en grand, faite en 1924, en combinaison avec de grands ramassages, sur le principal foyer de Lugos, fut suivie de la guérison de cette tache. Or, les expériences effectuées depuis n'ont pas confirmé la bonne impression et paraissent établir du moins l'inconstance du procédé.

Un essai de laboratoire fut institué en 1925, le 22 juillet, dans une caisse d'expérience d'un quart de mètre carré remplie de terre criblée. Des groupes de 3 Doryphores ont été placés, en cagettes, à 10, 20, 30. 40, 50 et 60 cm. de profondeur ; puis 100 gr. de carbure concassé (dose de 4.000 kilogrammes à l'hectare) furent répandus à la surface et recouverts d'une couche de terre un peu humide de 5 cm. environ, après quoi on arrosa avec un demi-litre d'eau (dose correspondant à 20.000 litres par hectare). Il y eut d'ailleurs de fortes pluies les 23 et 24 juillet. Le 25, la caisse fut vidée ; le carbure apparut totalement décomposé ; la terre ne présentait plus aucune odeur d'acétylène. Parmi les insectes, un seul, dans le tube placé à 10 centimètres, semblait malade, les autres étaient bien vivants.

En 1930, désirant voir si réellement il faut ou non compter sur le carbure pour le traitement d'extinction de quelques foyers en pointe, j'ai fait instituer par MM. Bruneteau et Ramadier une série de 5 essais dans une terre de jardin, meuble, sur des emplacements de 4 mètres carrés de surface (2 m. × 2 m.). Au centre de chaque aire et d'une aire témoin, on avait superposé (à 5, 10, 20, 30, 40 et 50 cm. de profondeur) 6 cagettes de treillis contenant chacune 2 Doryphores adultes. Puis on a réparti le carbure dans 8 trous de 15 cm. de profondeur, éloignés environ de 60 cm. entre eux et par rapport au centre, où sont les insectes.

Le 19 septembre, un premier essai avec une dose correspondant à 300 kgs par hectare laisse après 5 jours tous les Doryphores vivants.

Il en est de même pour un second, effectué et vérifié aux mêmes dates, mais portant sur 600 kgs à l'hectare.

Le 28 septembre une expérience analogue est organisée, avec une dose correspondant à 1.000 kgs par hectare. Le carbure est réparti dans des sillons profonds de 15 centimètres, recouverts ensuite de terre, puis arrosés (10 litres d'eau pour 4 mètres carrés). La température du sol est de 17° au début et s'élève jusqu'à 19°. Le 7 octobre, les cagettes sont déterrées et l'on trouve tous les sujets vivants, sauf un (celui de 5 cm.), qui est d'ailleurs reconnu atteint par *Beauveria effusa*.

Avec les mêmes dates d'installation et de vérification, mais avec la

dose de 3.000 kgs à l'hectare, le résultat n'est pas meilleur : un seul Doryphore est mort (celui de 40 cm.).

Enfin, une dernière expérience montée le 7 octobre, avec dose de 3.000 kgs à l'hectare, le carbure étant réparti dans des sillons de 25 centimètres de profondeur espacés de 40 cm., avec arrosage consécutif, n'a donné, à l'examen du 16 octobre, aucun résultat : tous les Doryphores sont restés vivants.

A l'inspection du terrain, on constate chaque fois que le carbure est effrité et ne dégage plus d'acétylène.

Il y a donc là, en somme, une série de faits d'expérience assez inattendus, qui paraissent démontrer l'incertitude, sinon l'inefficacité, du traitement au carbure de calcium, dans le cas où celui-ci est incorporé à la partie superficielle de 15 à 25 centimètres.

c) Paradichlorobenzène

Les expériences sur ce produit ont été faites en 1925, par M. Tempere.

Le 3 juillet, dans un bocal d'un litre garni de terre du Taillan criblée, un insecte adulte et une larve sont placés à 12 centimètres de profondeur. Du paradichlorobenzène est répandu en surface, à raison de 40 gr. par mètre carré, puis recouvert d'une nouvelle couche de terre de 2 centimètres environ d'épaisseur.

Le bocal, dont le goulot est fermé par une simple mousseline, est laissé dehors. Cinq jours plus tard, l'insecte parfait est à la surface, vivant, bien qu'il ait dû, pour sortir, traverser la couche de produit et qu'il soit resté depuis le début sous l'action de ses vapeurs. Il est cependant éprouvé et présente des allures d'insecte malade. La larve est retrouvée morte dans la terre, dont la manipulation provoque le dégagement d'une assez forte odeur de paradichlorobenzène.

Le 11 juillet, dans un bocal d'un litre garni de terre criblée, on enfonce, à 12 centimètres de profondeur, 1 insecte parfait libre, 1 autre emprisonné dans une petite cage avec une larve. Puis la surface est arrosée d'une émulsion composée suivant la formule :

Paradichlorobenzène	25	grammes
Benzine cristallisable	50	—
Savon noir	35	—
Eau q. s. pour	1	litre

et répandue à une dose correspondant à 1 litre par mètre carré.

L'examen des résultats, effectué le 15 juillet, montre que les 2 imagos sont vivantes, l'une dans sa cage, l'autre remontée à la surface : la larve est également vivante, quoique malade.

Le 28 juillet, dans un grand cristallisoir garni de terre fine sont placés 2 adultes à 6 cm. de profondeur et 2 à 12 centimètres. On répand à la surface du paradichlorobenzène à une dose qui correspondrait à 50 grammes par mètre carré, puis on recouvre d'une couche de terre de 2 cm. et l'on arrose avec du benzol brut à raison de 1 litre par mètre carré.

Le 11 août, la terre présente encore une forte odeur de benzol ; les 4 sujets y sont trouvés morts, ils paraissent morts depuis plusieurs jours.

M. Tempere, frappé de la résistance que le Doryphore paraît offrir à l'action du paradichlorobenzène employé seul, a fait en outre l'expérience suivante : le 28 juillet, dans un tube de verre de 35 centimètres cubes, il met 0 gr. 25 de paradichlorobenzène et y enferme 2 Doryphores adultes. Ceux-ci paraissent dès le début affectés par les vapeurs. De 15 h. 30, début de l'expérience, à 18 heures, ils semblent comme prostrés, tout en ayant encore des mouvements. Le lendemain matin, on les trouve morts.

De l'ensemble de ces expériences, il ressort que le paradichlorobenzène, malgré son action à dose massive, ne semble pas pouvoir être utilisé pour la destruction rapide du Doryphore dans le sol. Même à plusieurs kilogs par mètre cube de terre, les vapeurs agissent assez lentement et les Doryphores adultes ne sont tués qu'après plusieurs heures.

Des essais de traitement souterrain effectués en plein champ avec des Doryphores témoins en cagettes ont donné un résultat négatif, même à 40 gr. par mètre carré.

d) Cyanures

Les expériences que je rapporte dans ce chapitre au sujet des cyanures sont en quelque sorte le complément de celles qui ont été effectuées sur les tubercules (voir chapitre spécial).

Nous avons essayé, en 1925, l'action de l'acide cyanhydrique dégagé par le cyanure de potassium dans le sol. L'expérience eut lieu le 11 juillet. Dans un bocal d'un litre garni de terre du Taillan, sont placés, à 12 centimètres de profondeur, une imago et 1 nymphe enfermées dans un tube de treillis, une imago et 1 larve libres. L'arrosage est fait avec une solution de cyanure de potassium à 5 p. 1000 à raison de 2 litres par mètre carré. Quatre jours plus tard, le 15, la nymphe paraît morte, ainsi qu'une larve, mais les deux imagos sont bien vivantes.

Cette expérience n'a pas été renouvelée, mais nous avons essayé d'autre part, en 1925-1926, le cyanure de calcium. Le 5 septembre 1925, cinq expériences ont été organisées sur ce produit avec des bocaux d'un litre garnis de terre criblée et sèche, dans chacun desquels étaient placés, à 10 centimètres de profondeur, 2 Doryphores adultes emprisonnés dans des tubes grillagés.

La dose de cyanure de calcium en poudre employée équivaut à 50 grammes par mètre carré pour les 2 premiers bocaux, 100 grammes pour les deux suivants, 150 pour le dernier. Cette dose est mêlée à la couche superficielle de la terre, sauf dans le premier cas où le mélange a été fait avec la totalité avant l'installation des sujets.

La constatation, faite 11 jours plus tard, le 16, donne les résultats suivants :

N° 1, dose	50	grammes	par	mètre	carré	.....	2 morts
N° 2, —	50	—		—		.....	2 —
N° 3, —	100	—		—		.....	1 — et 1 vivant
N° 4, —	100	—		—		.....	1 — 1 —
N° 5, —	150	—		—		.....	2 vivants

Le résultat est en apparence contradictoire puisque c'est avec la plus forte dose que les deux sujets ont résisté.

M. Tempere ayant placé 2 Doryphores adultes, le 16 septembre, dans un tube contenant du cyanure de calcium pur, ils y sont morts en moins d'une heure, après avoir offert les symptômes d'une exsudation abondante.

Le 27 février 1926, un nouvel essai de cyanure de calcium, sous forme granulée, est organisé en pleine terre contre les Doryphores hibernants (Bruneteau). Sur un terrain d'expériences de 4 mètres carrés, un petit tas de 15 gr. de cyanure est enterré tous les 50 centimètres, ce qui revient à 90 grammes par mètre carré. Les doses sont enfouies alternativement à 10 et à 20 centimètres. Au centre sont placés, en petites cagettes, des groupes de deux Doryphores adultes : 2 groupes à 5 cm., 1 à 10, 1 à 15, 1 a 20, 1 à 25, 1 à 30.

Le 2 mars, tous sont trouvés morts, sauf un à 10 et un à 15 centimètres. Les témoins enterrés dans une terre semblable sont bien vivants.

Des essais effectués en octobre 1930 sur des surfaces de 9 mètres carrés (3 m. × 3 m.) avec des doses correspondant à 300 et 400 kgs à l'hectare, par une température de 17° dans le sol, ont donné des résultats négatifs. Il s'agissait, il est vrai, d'un cyanure de calcium en poudre, conservé en boîte soudée, mais de fabrication ancienne et peut-être en partie altéré.

En somme, malgré quelques résultats contradictoires, le cyanure de calcium serait assez intéressant à suivre comme insecticide souterrain contre contre le Doryphore.

e) Produits du pin

Plusieurs dérivés de la Térébenthine de Bordeaux ont été essayés, en petit, pour la première fois, comme insecticides souterrains. Ces produits, préparés à l'Institut du Pin, ont été fournis à la Station entomologique par M. le Professeur Dupont. Ce sont : 1° l'huile de pin créosotée ; 2° l'huile

de pin colorée ; 3° l'huile de pin claire rectifiée ; 4° l'essence de pin ; 5° le pinol ; 6° le terpinéol ; 7° le terpinolène.

Les essais préliminaires ont eu lieu dans des tubes de verre bouchés aux deux bouts, d'une contenance de 30 cc. dans lesquels on introduisait trois gouttes de l'un des produits, sur une petite feuille de papier buvard, en présence d'un Doryphore et d'un Pentatome adulte ou presque adulte. Les tubes ont été ouverts au bout de 24 heures et les sujets mis à l'air.

L'essai ayant débuté à 15 heures, les résultats constatés s'établissent comme suit au bout de 1 h. 1/2, de 18 heures, de 24 heures (fin de l'expérience), de 42 et de 72 heures :

1° *Huile de pin créosotée :* Le Doryphore ne montre rien d'anormal pendant la première heure ; au bout de 2 heures, il est malade ; immobile à partir du lendemain, il est très mal le second jour et mort le troisième. La Punaise subit le même sort dans le même délai, avec un léger retard dans la succession des symptômes.

2° *Huile de pin colorée :* Le Doryphore se laisse tomber sur le dos après 24 heures, tout en continuant à remuer assez facilement les pattes ; il est malade le troisième jour. Le Pentatome est apparemment inquiet au bout de 24 heures, mais circule encore le troisième jour.

3° *Huile de pin claire :* Le Doryphore continue à se mouvoir, tout en donnant des signes d'indisposition à partir du second jour. Il demeure actif au bout de 3 jours, tandis que l'Hémiptère est mort au cours du deuxième.

4° *Essence de pin :* Le Doryphore est tombé sur le dos dès la première demi-heure, puis il est immobile, contracté et meurt au bout de 40 heures. A ce moment, le Pentatome remue faiblement.

5° *Pinol :* Le Doryphore, normal au début, actif après 2 heures, est malade le lendemain, très malade le jour suivant, mort au bout de 72 heures. L'autre Insecte a subi pareil sort un jour plus tôt.

6° *Terpinéol :* Les deux insectes ont été peu incommodés ; ils sont bien vivants au terme de l'épreuve.

7° *Terpinolène :* Le Doryphore, tout d'abord agité, tombe sur le dos ; il remue faiblement au bout de 18 heures, puis s'immobilise et meurt dans les 30 heures, comme la Punaise, qui a été immobilisée plus vite.

Dans les essais ultérieurs, sous terre, l'essence de pin, le terpinéol et le terpinolène ont été éliminés à priori comme étant de coût trop élevé. L'essai préliminaire avait d'ailleurs montré une très faible action insecticide pour le second.

Les autres produits ont été essayés tout d'abord in vitro, par M. Tempere, du 17 au 21 août 1925, chacun sur des Doryphores adultes situés à 12 centimètres de profondeur, dans une terre assez légère, en bocaux d'un litre non bouchés. La surface ayant été arrosée avec une quantité de produit correspondant, dans les 3 cas, à 4 litres par mètre carré, les sujets sont examinés après 4 jours.

Le pinol a imprégné la terre sur 3 à 5 cm. ; les 2 sujets sont morts ou mourants ; ils ne se réveillent pas.

L'huile de pin rectifiée a mouillé une épaisseur de 3 à 5 centimètres ; les deux sujets sont vivants.

L'huile de pin brute imprègne la terre sur une épaisseur de 2 à 3 cm. ; les 2 sujets sont morts ou mourants ; ils ne reviennent pas à la vie après exposition à l'air en présence de nourriture fraîche.

Une expérience faite le 8 juillet, dans les mêmes conditions, mais avec 1 litre par mètre carré, avait donné un résultat négatif sur 3 sujets après 6 jours, bien que le bocal dégageât encore une forte odeur d'huile de pin. Il est vrai que semblable tentative avait été, le 3 juillet, suivie d'effet positif.

Ces quelques observations ne fournissent encore aucune indication pratique ; elles méritent d'être reprises, car il semble que divers sous-produits des industries du Pin maritime soient susceptibles de fournir des éléments précieux pour la lutte contre les Insectes.

f) Benzol brut

Le benzol avait donné lieu à plusieurs essais dans notre programme de 1922. La conclusion est qu'il fallait atteindre la dose de 5 litres par mètre carré pour obtenir un résultat pratique contre les Doryphores enfouis dans les 30 premiers centimètres du sol.

Une expérience de contrôle est faite, le 28 juillet 1925, dans une caisse ayant un quart de mètre carré de surface libre. Elle est remplie d'une terre de compacité moyenne et dans laquelle 22 Doryphores adultes sont disposés en petites cages métalliques, à 10, 20, 30 et 40 cm. de profondeur. La surface est arrosée avec 1 litre de benzol, ce qui correspond à la dose de 4 litres par mètre carré.

30 heures après, la caisse est vidée. Tous les sujets sont morts. La terre dégage une odeur caractéristique jusqu'à plus de 50 cm. de profondeur ; cette odeur n'est plus perceptible vers 60 cm. Ici, l'action positive a été obtenue jusqu'à 40 centimètres de profondeur.

g) Essence d'auto

En 1923, nous avons éteint avec de l'essence d'auto, en compagnie de M. Marchal, un petit foyer près d'Andernos. J'ai, à diverses reprises, effectué de même la destruction des stades souterrains en rapport avec la

nymphose dans de tout petits foyers en train de s'accrocher et n'intéressant encore que très peu de pieds de pommes de terre.

L'arrosage consécutif avec quelques litres d'eau n'a pas augmenté sensiblement la profondeur à laquelle s'est exercée l'action de l'hydrocarbure. Au contraire, cette profondeur de pénétration a été accrue par l'emploi d'une émulsion, l'hydrocarbure étant brassé convenablement avec du savon mou, puis étendu d'eau.

Mais ce perfectionnement n'est pas d'ordinaire recommandable à cause de la complication qu'il entraîne. La commodité du procédé au benzol ou à l'essence est précisément d'être extemporané, de pouvoir être appliqué grâce aux bidons de réserve de l'auto ou de la camionnette, lorsque le foyer qu'on inspecte justifie cette opération.

h) Crésyl

Le 6 juillet 1925, dans un bocal d'un litre garni de terre légère et sèche, un Doryphore adulte et une grosse larve sont enfouis à 12 cm. de profondeur, puis la surface est arrosée avec une solution de crésyl à 10 % (100 gr. de crésyl et 900 d'eau), à la dose correspondant à 1 litre de liquide par mètre carré, cet arrosage étant suivi d'un autre avec une quantité égale d'eau.

Quatre jours plus tard, les sujets sont retrouvés bien vivants, étant d'ailleurs remontés vers la surface (la larve à 4 cm., l'adulte à 8 cm. de profondeur).

i) Bisulfite de soude

Le 11 juillet 1925, dans un bocal d'un litre garni de terre, 2 larves sont placées à 12 centimètres de profondeur (1 sujet dans une petite cage de treillis, l'autre libre) ; à côté de ces larves, on place une nymphe et une imago (celle-ci dans un tube de treillis).

La surface est alors arrosée avec du bisulfite liquide (solution du commerce), à raison de 1 litre par mètre carré. 4 jours plus tard, le 15, on constate la mort d'une larve et de la nymphe ; l'autre larve et l'imago sont parfaitement vivantes.

j) Chloropicrine

Les grands services rendus par la chloropicrine comme insecticide contre maints ravageurs m'avaient incité à l'essayer aussi contre le Doryphore dès 1922. Les essais d'épandage en nappe au-dessus du sol avaient

fait ressortir, d'une part, la difficulté de maintenir les vapeurs sur place un temps suffisant pour obtenir l'effet voulu, et déterminé, d'autre part, l'action nocive sur le feuillage. La pénétration dans le sol était d'ailleurs très faible dans ces conditions.

Par contre, les essais effectués sur le même mode que ceux au sulfure de carbone, par injections dans le sol, avaient été couronnés de succès : à raison de 1.000 litres à l'hectare, et même 750, la chloropicrine avait fait périr la grande majorité des insectes.

Les essais ont été repris en 1923 en vue d'un contrôle complémentaire.

Le 29 juin, une expérience est instituée au Taillan sur deux carrés de 3 mètres de côté (soit 9 mètres carrés). L'un et l'autre sont divisés en deux rectangles égaux, A et B, C et D, dans chacun desquels des groupes de 6 Doryphores adultes sont enfouis à 10, 25, 40 et 60 cm., dans autant de toutes petites cages. Des lots semblables sont placés dans un carré témoin. Puis le traitement a lieu dans les conditions suivantes :

Rectangle	Ecartement des trous en centimètres	Profondeur d'injection en centimètres
—	—	—
A	25	8
B	25	20
C	50	8
D	50	20

La dose est, dans les quatre cas, de 75 centimètres cubes par mètre carré. Le traitement est continué largement autour de chaque aire d'expérience pour éviter la déperdition des vapeurs et pour réaliser des conditions analogues à celles de la pratique. L'emplacement des cages a été calculé de façon que les trous d'injection soient aussi éloignés d'elles que possible.

Les résultats observés le 4 juillet montrent que tous les Doryphores des 4 parcelles traitées sont morts, tandis que ceux des cages témoins sont bien vivants.

Une autre expérience est faite le 16 juillet avec la chloropicrine versée dans des sillons de 8 centimètres de profondeur, séparés de 30 centimètres les uns des autres, recouverts aussitôt, puis foulés au pied. Les insectes ont été répartis par groupes de 3, aux profondeurs de 10, 25, 40 et 60 cm. (2 cagettes à chaque niveau).

Au contrôle, le 20 juillet, tous sont trouvés morts, sauf 5 parmi les 6 qui étaient enfouis à 60 centimètres (1). Dans les cages témoins, tous sont vivants, sauf 1 parmi ceux du niveau de 40 centimètres.

(1) Il y a lieu de noter que presque partout, dans le champ d'expériences du Taillan, la couche de terre meuble s'arrêtait vers 50 centimètres, et qu'il y avait au-dessous une partie plus ou moins argileuse, moins pénétrable aux gaz.

L'essai du 4 septembre 1923 est effectué sur le même dispositif, avec la répartition par trous (à 8 et 20 cm. de profondeur) comme dans celui du 29 juin ; mais les Doryphores sont mis un par un dans de toutes petites cages, à raison de 3 par niveau et par parcelle.

Les résultats sont vérifiés le 8. Dans la parcelle n° 1 (profondeur d'injection 8 cm.), les insectes sont morts à 10, 25 et 40 cm., tandis qu'à 60 deux sont bien vivants ; le troisième de ce dernier groupe éveille des doutes, car il était tout nouvellement métamorphosé et a pu mourir des suites de manipulations. Dans la parcelle n° 2 (profondeur d'injection 20 cm.) tous les sujets sont bien morts. Ils sont tous vivants dans les lots témoins.

k) Sulfure de carbone

Traitement par injection. — Dès 1922, à la suite d'essais comparatifs de traitements du sol dans lesquels avaient figuré des produits solides et liquides, nous avions retenu par dessus tout le sulfure de carbone, jugé d'une efficacité réelle et d'une commodité relative par rapport à la chloropicrine, par exemple.

Les expériences ultérieures ont confirmé cette manière de voir. Il en est fait une nouvelle série au début de juin 1923, dans les conditions que voici : un champ a été loué sur la Lande du Taillan. Après labour et enlèvement des mottes d'herbes on aplanit le terrain. On y délimite des carrés de 3 m. 33 × 3 m. 33, ce qui fait 11 mètres carrés.

Chacun des carrés est divisé en deux moitiés A et B et les emplacements des trous d'injection y sont marqués en damier, de 25 en 25 centimètres. Dans chacune des moitiés A et B, on a enterré 4 cagettes minuscules renfermant chacune 5 Doryphores bien vivants ; on les place respectivement à 10, 25, 40 et 60 centimètres de profondeur (1). L'emplacement de chacune est repéré.

Les trous d'injection sont faits à 8 cm. de profondeur dans la moitié A, à 20 dans la moitié B. On y distribue la dose de sulfure de carbone : dans certains cas il s'agit de 500 kgs à l'hectare, ce qui revient à 35 cc. 7 par rangée de 13 trous ; dans d'autres de 750 litres, ce qui fait 53,5. Aussitôt le liquide versé, on bouche chaque trou avec une poignée de terre et on tasse avec le talon.

Une série de 4 cagettes semblables est disposée aux 4 mêmes profondeurs dans un carré témoin.

(1) La cage à 60 se trouve parfois dans la couche de sous-sol dure, argileuse ; les autres sont dans la terre meuble.

1er essai. — 4 essais parallèles ont été effectués le 5 juin et vérifiés le 9. En voici les résultats :

Dose 500 litres à l'hectare (635 kilogr. environ). Injection à 8 cm. de profondeur, 3 vivants (à 10 cm.), 2 très malades (à 60 cm.), tous les autres morts (15).

Dose 500 litres. Injection à 20 cm. : tous morts (20).

Dose 750 litres (950 kilogr.). Injection à 8 cm. : tous morts (20).

Dose 750 litres. Injection à 20 cm. : tous morts (20).

Les 20 insectes du carré témoin sont tous bien vivants.

2e essai. — Une seconde série est instituée le 21 juin de la même année dans des conditions analogues. Les trous sont espacés de 50 cm. et l'injection faite à 20 cm. ; la dose est de 500 litres à l'hectare dans un cas, 750 dans l'autre. Les cagettes, disposées à 10, 25, 40 et 60 cm. de profondeur, contiennent chacune 8 adultes. Les résultats ont été vérifiés le 25 juin :

Dose 500 litres : 6 vivants dans la cagette placée à 10 cm., tous les autres morts (26).

Dose 750 litres : tous morts.

Parmi les sujets témoins, il y a deux morts à 10 cm., tous les autres sont bien vivants.

3e essai. — En même temps, le 21 juin, il est fait une expérience comparative sur de grosses larves et des nymphes, placées dans des cagettes à 10 et 25 cm. de profondeur, à raison de 3 larves et 4 nymphes chaque fois. On a fait varier la profondeur d'injection : 8 et 20 cm., mais la dose a été dans les deux cas de 750 litres. Les résultats vérifiés le 25 sont comme suit :

Injection à 8 cm. : tous morts, sauf une nymphe placée à 10 cm.

Injection à 20 cm. : toutes les larves mortes. 3 nymphes vivantes à 10 cm. et 1 à 25 cm., les 4 autres mortes.

Toutes les larves et nymphes témoins sont vivantes.

4e essai. — Dans les mêmes conditions ont été montés, le 26 juin, 4 traitements comparatifs, avec profondeur de 8 et de 20 cm., écartement de 25 et de 50. Dans chaque cas, il y a 4 cagettes aux 4 profondeurs indiquées, chacune renfermant 6 Doryphores adultes. La dose est de 500 kgs à l'hectare dans les quatre carrés.

Voici les résultats relevés le 29 juin :

Profondeur 8 cm., écartement 25 cm. : les 6 Doryphores enfoncés à 60 cm. sont vivants, tous les autres (18) morts.

Profondeur 20 cm., écartement 25 cm. : 2 vivants à 60 cm. de profondeur, les autres morts (22).

Profondeur 8 cm., écartement 50 cm. : 6 vivants à 60 cm. de profondeur, tous les autres morts.

Profondeur 20 cm., écartement 50 cm. : 6 vivants à 60 cm. de profondeur, 6 vivants à 10 cm., les 12 autres morts.

Témoins : 1 mort à 10 cm., 1 à 40, les 22 autres bien vivants. Parmi les 2 morts, un a le corps sectionné en arrière du corselet, sans doute a-t-il été tué accidentellement au moment de la mise en train de l'expérience.

5e essai. — Dans le même champ, au Taillan, nouvelle opération le 16 juillet, sur terrain mouillé par les pluies des jours précédents. Ce jour-là, le temps est doux.

Le dispositif est le même. Chaque cagette contient 6 Doryphores adultes ; elles sont placées à 10, 25, 40 et 60 cm. de profondeur. Les trous, espacés de 33 centimètres, sont enfoncés à 12 environ. Le traitement est étendu, comme précédemment, sur 10 mètres carrés, les insectes étant enfouis vers le centre et à égale distance entre les trous. La dose de sulfure correspond à 950 kilogr. à l'hectare.

Les résultats sont notés le 20 juillet : 5 insectes sur 6 sont vivants dans la cagette la plus profonde (60 cm.) ; tous les autres sont morts (19).

Sur les témoins, un seul est mort, dans la cagette située à 40 cm. ; le reste est vivant.

6e essai. — Entre temps, le 19 juillet, un nouvel essai a été organisé sur larves et nymphes. 4 cagettes, contenant chacune 2 grosses larves et 2 nymphes, ont été placées respectivement à 2, 5, 10 et 20 cm. de profondeur, au milieu d'un espace de 10 mètres carrés, traité ensuite à raison de 750 kgs à l'hectare, avec des trous d'injection espacés de 25 centimètres et profonds de 12.

Le résultat relevé le 26 juillet montre que, dans la cagette superficielle, sous 2 centimètres de terre seulement, les 2 larves sont vivantes et les 2 nymphes mortes; dans la cagette située à 5 cm., les larves sont mortes et les nymphes se sont transformées en adultes, dont un est mort également. Les larves et nymphes des autres niveaux (10 et 20 cm.) sont mortes.

Les observations précises de 1922 et 1923 ne laissaient donc aucun doute sur la grande efficacité du traitement au sulfure de carbone pour la désinfection de terrains plus ou moins meubles dans lesquels se trouvent enterrés des larves, des nymphes et des adultes du Doryphore. Nous en avons fait cependant une nouvelle démonstration en 1926.

7e essai. — Dans un champ de pommes de terre, on a travaillé quelques mètres carrés de terrain et l'on a installé, le 26 juin, vers le centre, un long cylindre vertical (en toile métallique) contenant 2 Doryphores adultes à la profondeur de 60 cm., 2 à 40 et 2 à 20 cm. Le terrain, nivelé et un peu tassé, est traité au pal injecteur à la dose de 1.000 kgs à l'hectare, à 20 cm. de profondeur et 33 d'écartement. Une pluie d'orage survient une heure après l'opération.

L'examen, fait le 1er juillet, montre que tous les sujets sont morts, tandis que, dans un manchon témoin installé à quelque distance, tous sont vivants et remontés vers la surface.

8e essai. — Le 29 juin, de part et d'autre d'une rangée de pommes de terre, sur les côtés de la butte qui porte les pieds, on a creusé une tranchée qu'on a remplie d'eau pour créer un milieu humide. Un Doryphore est enterré à 20 cm. de profondeur, sous le pied de pomme de terre ainsi encadré, un autre à la même profondeur, mais à une distance de 30 cm. en dehors, vers la rangée voisine. Les injections de sulfure sont faites uniquement le long et de part et d'autre de la butte, au niveau des bandes arrosées, à 20 cm. de profondeur et de 30 en 30 cm., à raison de 10 grammes par trou.

Le 1er juillet, le Doryphore situé entre les 2 rangs d'injections est mort, l'autre est vivant.

9e essai. — Le 3 juillet, dans le manchon formant cage de l'expérience du 26 juin, on a placé un Doryphore à 80 cm. de profondeur, 1 à 60, 1 à 40, 1 à 20, chacun étant empêché de remonter grâce à un disque grillagé horizontal glissé dans le manchon. Le terrain est traité sur quelques mètres carrés à raison de 1.000 kgs à l'hectare, avec trous espacés de 50 cm. et profonds de 20 cm. Exactement sur le bord de la zone traitée et entre 2 emplacements de trous, 2 Doryphores ont été mis dans une cagette à 20 cm. de profondeur ; deux autres ont été mis à la même profondeur, mais à 25 cm. en dehors de la limite de la zone traitée. Le sol est assez humide. Au bout de 48 heures, le 5 juillet, on déterre les insectes ; ils sont tous morts.

Notons que les résultats donnés ici sont établis non seulement par un examen immédiat, qui serait sujet à erreur, mais par une surveillance assez longue, chaque insecte ayant été tenu en observation une semaine après sa reprise sur le terrain.

10e essai. — Dans les expériences précédentes, les insectes se trouvent à une trentaine de centimètres au plus des points d'injection, malgré la précaution prise

de les mettre toujours à mi-chemin entre deux trous (conditions expérimentales qui tendent à augmenter la difficulté de l'expérience).

Dans celle du 8 juillet 1926, faite à la Grande Ferrade, nous avons délibérément augmenté la distance en traitant un carré de 2 m. 40 de côté au moyen de 8 trous disposés en croix, comme l'indique le schéma ci-contre, soit 4 à 0,65 du centre et 4 à 1 m. 20, sur le milieu des côtés de ce carré. Dans le manchon vertical, placé au centre, sont installés 3 Doryphores adultes à 80 cm. de profondeur, 3 à 60, 3 à 40 et 3 à 20. En outre, on a mis dans une cagette un Doryphore à 15 cm. de profondeur au point *a*, situé à 1 m. du centre et suivant une diagonale, un autre dans les mêmes conditions en *b*, à 1 m. du coup de pal le plus proche. La dose versée dans chaque trou est de 72 grammes.

A l'examen du 10 juillet, 1 Doryphore sur 3 est vivant à la profondeur de 80 cm., 1 sur 2 à 60, ainsi que le sujet *b* situé en dehors de la partie traitée. Tous les autres sont morts.

Fig. 1. — Dispositif des cagettes et des trous d'injection dans le 10e essai au sulfure de carbone.

Le sulfure de carbone a été préconisé par nous comme traitement à faire essentiellement soit en pleine saison d'activité des insectes pour tuer les Doryphores en cours de métamorphose ou d'estivation, soit en fin de saison, avant les froids, pour détruire les adultes se disposant à hiverner.

Or, dans bien des cas, les traitements de fin de saison, pour des raisons matérielles qu'il est facile de comprendre, ont été faits seulement en plein hiver. J'estime qu'il peut en résulter des échecs, non seulement parce que les Doryphores se trouvent plus profondément, mais aussi parce que la diffusion des vapeurs se fait mal par les grands froids. J'ai eu cependant la curiosité de faire instituer par M. Meilhan plusieurs essais en plein hiver, en janvier, février et mars 1930, à la Grande Ferrade.

11e essai. — Le 17 janvier 1930, l'expérience a été effectuée sur une surface approximative de 8 mètres carrés. La dose de sulfure employée correspond à 500 litres par hectare, soit 50 cc. par mètre carré. Nous avons utilisé 392 centimètres cubes, répartis en 49 trous à raison de 8 grammes par trou, ceux-ci étant profonds de 25 cm. et espacés de 40 cm.

Avant l'expérience, au centre du carré traité, ont été disposés 5 petits manchons grillagés contenant chacun 10 hivernants et placés respectivement à 15, 25,

30, 35 et 40 cm. de profondeur, à mi-distance entre deux points d'injection. Un tube contenant 20 témoins est mis en terre à 30 cm. de profondeur sur un autre point du champ. Le traitement est effectué le 17 janvier à 15 heures. Les tubes sont retirés le 20 janvier à 11 heures.

Voici les résultats relevés dans les trois examens de contrôle : le 20 janvier, les témoins sont vivants. Les sujets provenant de 15 cm. de profondeur sont malades, mais présumés vivants. Ceux de 25 cm. paraissent tous morts ; il en est de même pour ceux de 30, 35 et 40 cm.

Le 24 janvier, les témoins, tous très actifs, sont remis avec la réserve destinée à d'autres recherches ; les insectes du lot superficiel sont tous bien portants ; tous les autres sont morts. Le contrôle du 31 janvier confirme ces chiffres, mais ce jour-là un des 10 insectes du lot de 15 cm. est mort.

12e essai. — Le 17 février, 10 Doryphores, isolés chacun dans une cagette métallique, sont placés respectivement à des profondeurs de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 et 60 cm. ; 8 autres, pris comme témoins, sont mis, dans un manchon analogue, à une profondeur de 35 cm., en autre point du terrain.

Le 20 février, à 15 heures, tout autour du point où ont été mis les 10 premiers insectes, un traitement au sulfure de carbone est effectué dans les mêmes conditions que le 17 janvier, c'est-à-dire sur une surface de 8 mètres carrés, avec une dose de sulfure de carbone de 50 cc. par mètre carré.

Il y a lieu de noter que la température s'est maintenue fort basse pendant toute la durée de l'expérience. Le 22 février, à 15 heures, les Doryphores sont sortis de terre ; tous les sujets soumis au traitement paraissent morts ; les 8 témoins sont bien vivants. Tous sont mis en observation pendant 15 jours.

Le 24 février, dans le lot traité, celui de 10 cm. est vivant ; ceux de 20, 25 et 30 cm. le paraissent aussi, bien qu'étant encore engourdis ; les autres sont morts ou douteux. Tous les témoins sont actifs.

Le 26 février, les résultats sont les suivants : parmi les traités, seuls ceux de 10, 20, 25 cm. sont vivants et celui de 45 réagit faiblement ; parmi les témoins, il y a un mort et 7 vivants.

Enfin, le 4 mars, on trouve morts tous les insectes qui ont été soumis au traitement et, parmi les témoins, il ne reste plus que 5 vivants. Cette hécatombe secondaire peut être due en partie aux causes naturelles de mortalité qui sévissent sur les Doryphores durant l'hiver, mais il semblerait alors que les sujets éprouvés par le sulfure de carbone y aient succombé plus facilement que les autres.

13e essai. — Le 24 février 1930, 10 Doryphores, isolés chacun dans les petites cages de treillis, sont placés à des profondeurs de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 et 60 cm. En outre, sur un autre point du champ, 7 Doryphores, isolés un par un dans des cagettes métalliques, sont placés à des profondeurs de 10, 15, 20, 30, 35, 40 et 45 cm. Le temps est froid. On note le 26 février une légère pluie dans la matinée.

Le 28 février, M. Meilhan traite le terrain au sulfure de carbone sur un large espace autour du centre où ont été mis les 10 Doryphores et dans les mêmes conditions que pour les deux précédentes expériences, soit sur 8 mètres carrés, à 50 cc. de sulfure de carbone par mètre carré.

Le 4 mars, les divers manchons étant sortis de terre, on met les insectes en observation. Voici les résultats définitifs d'après les constatations faites le 4, puis le 12 et le 19 mars.

Tous les Doryphores soumis au traitement sont morts, à tous les niveaux. Parmi les témoins, 3 sujets femelles qui étaient à 10, 20 et 30 cm. sont bien vivants ; un mâle qui était à 15 cm. est mort ; deux autres, qui étaient à 40 et 45, vivants le 4 et le 12, sont trouvés morts à l'examen du 19. On pourrait se demander si la résistance des mâles aux diverses causes de mortalité de l'hiver ne serait pas moindre que celle des femelles ; mais c'est une toute autre question.

Il n'en est pas moins vrai que le traitement du sol au sulfure de carbone a donné même en plein hiver des résultats positifs très nets. Cela ne veut pas dire qu'il soit plus prudent d'attendre les froids pour mettre en œuvre ce traitement ; il est beaucoup plus sûr de l'effectuer soit en plein été, soit à l'automne.

Traitement par arrosage. — Les bons résultats de ces diverses expériences, ainsi que des essais de contrôle en plein champ effectués au moyen de cagettes garnies d'insectes enfoncées dans les sols à traiter, correspondent au procédé des injections au sens large du mot, que le traitement ait eu lieu avec le pal injecteur, ou avec de simples trous dans lesquels on verse le liquide, ou des sillons dans lesquels on le répand en ligne et qu'on recouvre aussitôt de terre.

En pratique, c'est, bien entendu, le pal injecteur qui doit réaliser ce résultat. La répartition à la charrue sulfureuse aurait été une simplification, mais les constructeurs, invités à perfectionner leurs modèles, n'en ont rien fait depuis dix ans.

Pour simplifier la main-d'œuvre et l'appareillage, on a songé à verser le sulfure sur le sol en le faisant entraîner ensuite par de l'eau. Mais il est évident que, pour s'en tenir à des conditions réalisables, il faudrait limiter beaucoup la quantité d'eau nécessaire.

En septembre 1923, nous avons fait à ce propos quelques expériences en pleine terre, soit meuble, soit un peu tassée, et d'une part dans un jardin de Bordeaux (cours de la Marne), de l'autre sur la Lande du Taillan. Des insectes ont été placés en cagettes superposées à 10, 25, 40 et 60 cm. de profondeur, d'autres à 10 cm. de profondeur sur le bord du carré traité. Puis on a versé au-dessus de la série des cagettes, et à l'entour, de 50 en 50 centimètres, 25 grammes de sulfure de carbone, ce qui correspond à 100 gr. par mètre carré, en ajoutant aussitôt, pour chaque dose, 1 litre d'eau (4 litres par mètre carré), ce qui est beaucoup dans la pratique.

Dans ces conditions, à Bordeaux, l'essai en terre meuble, mis en train le 14 septembre (pluie d'orage le soir) et vérifié le 17, a laissé vivants les sujets placés vers le bord de l'aire traitée, ainsi que ceux de la cagette profonde (60 centimètres), mais il a tué ceux qui étaient à 10 et 40 cm. et plus lentement celui qui était à 25 cm. En terre tassée, le traitement effectué le 12 septembre, suivi d'une pluie abondante, laisse, le 14, tous les sujets vivants ; ceux de 10 cm. sont cependant peu vigoureux.

En doublant la dose (200 gr. de sulfure), l'expérience, commencée le 14 et vérifiée le 17, a épargné les Doryphores du lot de bordure ; les autres sont morts à 10 et 25, très malades à 40, bien vivants à 60. La pénétration du sulfure de carbone a donc été nettement insuffisante.

Au Taillan des expériences parallèles, faites le 15 septembre et véri-

fiées le 18, ont permis d'obtenir la mort des insectes aux quatre niveaux (10, 25 ,40 et 60 cm.), mais seulement avec la dose de 250 gr. de sulfure et 4 litres d'eau.

Le procédé par arrosage au moyen du produit pur additionné d'eau nécessiterait donc une forte dose et serait d'ailleurs loin d'offrir les mêmes garanties que l'injection.

Restait l'arrosage au moyen de sulfure de carbone déjà incorporé à l'eau sous forme d'émulsion. Les essais, surveillés par M. Tempère, ont été effectués d'après la formule :

Sulfure	100 grammes
Savon mou	100 —
Eau	1 litre

Ils ont eu lieu le 16 juillet, au laboratoire, dans de larges bocaux et dans des caisses profondes enterrées jusqu'au bord. Les Doryphores, adultes, larves, nymphes, étant enfouis à une profondeur variant de 4 à 12 cm. dans les bocaux, de 4 à 40 dans les caisses, l'arrosage était fait, soit simplement avec la dose correspondant à 1 litre d'émulsion par mètre carré, c'est-à-dire 100 grammes de produit, soit avec cette dose doublée par adjonction d'un litre d'eau. Dans ces conditions et même en bocal, tous les sujets ont été retrouvés bien vivants au bout de 48 heures, le 18 juillet, même ceux qui étaient situés près de la surface, et cela aussi bien avec l'arrosage simple qu'avec l'adjonction d'un litre d'eau supplémentaire

L'expérience serait sans doute à reprendre, en augmentant la quantité de liquide ; mais, tel qu'il a été essayé en 1923, cet arrosage superficiel semble comporter une déperdition immédiate (par évaporation) beaucoup trop importante pour remplacer l'épandage direct dans le sol ou l'arrosage le long de sillons aussitôt recouverts.

Causes d'insuccès. — Quelques agents du service de lutte ont cru pouvoir attribuer à un insuccès du sulfure de carbone la persistance de certains foyers doryphoriques.

En fait, il est bien difficile de déclarer un traitement inefficace parce que des insectes ont reparu sur un point, surtout lorsque l'application est très limitée, comme c'est le cas en général. Les Doryphores épargnés peuvent avoir hiverné très bas dans les sols profonds, hors d'atteinte, ou bien en dehors de la zone traitée. Il ne faut pas oublier, en effet, que les adultes restant sur un foyer à l'automne entrent en terre dans une aire assez diffuse autour du point initial et que, pour être efficace, le traitement doit être étendu largement autour de la surface réellement atteinte.

En outre, il faut considérer que le traitement au sulfure de carbone exige une surveillance toute spéciale. On ne peut le confier à n'importe qui, et de soi-disant initiés l'ont appliqué parfois dans des conditions

déplorables. Je n'insiste pas sur le fait banal et bien connu du pal vide avec lequel on continue à donner distraitement des coups de pointe et de piston, pendant un temps indéterminé.

Mais j'ai vu, en compagnie de M. Marchal, des champs traités au sulfure de carbone dans lesquels les trois quarts des trous de pal n'avaient pas été bouchés.

Arrivant à l'improviste sur un foyer en cours de traitement, j'ai vu un cantonnier faire consciencieusement les injections en laissant les trous ouverts derrière lui, le bouchage incombant à un second ouvrier, qui se promenait nonchalemment aux alentours, causait avec les voisins et venait seulement de temps à autre donner toute une série de coups de talon.

Enfin et pour comble, j'ai vu, avec M. Marchal, un contrôleur, pourvu de titres qui ne permettaient pas de douter de sa compétence, faire traiter les champs de son secteur en vidant un plein pal, soit 2 litres et demi de sulfure de carbone, *tous les* 50 *mètres*.

Comment s'étonner, après cela, que les résultats n'aient pas toujours répondu à ce qu'on attendait ? Et je conclus que seul le contrôle d'expériences comme celles que nous avons faites, ou l'installation d'insectes témoins dans les champs à traiter peut faire juger de l'efficacité du traitement au sulfure de carbone ; qu'il est sûrement efficace et qu'il est moins onéreux qu'un traitement au pétrole ou à l'essence ; mais que ce traitement est délicat et qu'il exige un personnel de choix, ou la surveillance directe d'un contrôleur connaissant très bien le mode opératoire.

Appareillage. — Il y avait aussi lieu de se demander si quelque insuccès ne pourrait survenir par défaut de précision de l'outillage même. La charrue ayant été délaissée immédiatement, faute de modèles vraiment pratiques, les traitements de champs doryphorés ont été effectués presque tous au moyen de pals injecteurs. J'ai donc fait faire des observations sur le rendement de ces appareils.

Pour en mieux faire comprendre les résultats, j'indique tout d'abord que, sans rondelles, ils doivent théoriquement donner à chaque coup 10 grammes de sulfure de carbone, ce qui, d'après la densité de ce liquide (1270 à 15°), représente 7,87 cc. Le débit se réduit d'un gramme, soit 0,787 cc. par chaque rondelle intercalée, ce qui le ramène à 6,29 avec 2, à 5,5 cc. avec 3 et 3,93 avec 5 rondelles.

En 1926, le 12 août, un pal jugé en bon état de fonctionnement est mis en action par M. Dieuzeide. Il contient 2 litres 700 d'eau.

a) Sans rondelles, c'est-à-dire le piston ayant toute sa course, il donne les débits suivants :

Nombre de coups	Débit en cc.	Moyenne	Nombre de coups	Débit en cc.	Moyenne
1° Plein (2 litres 700)			2° A moitié plein (1 lit. 350)		
7	50	7,14	56	360	6.5
7	50	7,14	72	465	6,5
40	265	6,6			
56	370	6,6	3° Garni au 1/5e environ		
110	735	6,68	80	500	6,25

Ainsi, le débit de ce pal est non seulement inférieur aux données théoriques, mais il a varié de 7,14 à 6,25 (soit de 12,5 %).

b) Avec 5 rondelles, les résultats qui, théoriquement, doivent se réduire exactement à la moitié, s'établissent comme suit :

Nombre de coups	Débit en cc.	Moyenne	Nombre de coups	Débit en cc.	Moyenne
1° Plein (2 lit. 700)			2° Garni au 1/5e (0 lit. 500)		
20	55	2,75	20	55	2,75
20	57	2,85	20	55	2,75
20	58	2,90	20	52	2,6
20	55	2,75	20	50	2,5
80	225	2,81	80	212	2,65

En fait, l'intervention des 5 rondelles a réduit le débit de 60 % environ au lieu de 50 %.

c) Avec 2 rondelles.

Nombre de coups	Débit en cc.	Moyenne	Nombre de coups	Débit en cc.	Moyenne
1° Plein			2° A moitié		
10	52	5,2	10	52	5,2
10	48	4,8	10	51	5,1
10	51	5,1	10	50	5
10	50	5	30	153	5,1
40	201	5,02	3° Presque vide		
			10	45	4,5
			10	45	4,5

Avec 2 rondelles, la diminution, qui devrait être de 20 %, atteint donc et dépasse 30 %..

Dans les trois cas, avec ou sans rondelles, le débit est fort irrégulier et son insuffisance est d'autant plus grande que l'appareil est moins garni.

Le même pal, dûment révisé et remis au point par le constructeur, a été examiné de nouveau par M. Meilhan, fin mai 1927. Il est tenu compte cette fois non seulement de l'état de remplissage de l'appareil et de la présence ou non de rondelles, mais aussi de la cadence des injections (nombre de coups de piston donnés par minute). En voici les résultats (p. 145) :

Ainsi donc, outre les remarques déjà faites, nous pouvons constater que le pal dont il s'agit, venant d'être vérifié par le constructeur, débite beaucoup moins qu'avant et s'écarte davantage du fonctionnement théorique ; qu'il donne des chiffres variant du simple au double (de 3,3 à 6,8 pour 10 coups de piston sans rondelle, par exemple), qu'enfin le débit a augmenté en raison directe de la cadence.

En somme, le pal injecteur du modèle courant doit être considéré comme un instrument imprécis et son usage doit être entouré de certaines précautions : il faudrait notamment le vérifier de temps à autre et se rappeler que la régularité du débit dépend en grande partie de la régularité des manipulations.

Pour compléter ces données obtenues sur un seul appareil, j'en ai réuni 9 en 1930, tous de la même marque et considérés les uns et les autres comme en état normal de fonctionnement ; je les ai fait essayer *pleins*, en parallèle, à des cadences diverses (de 20 à 120 coups par minute) en notant chaque fois le débit obtenu par 10 coups de piston successifs et cela, d'une part sans rondelle, d'autre part avec 3 ou 5 rondelles (pour les 8 premiers seulement).

Je n'ai pas l'intention de fournir le détail de tous ces essais, mais leur résumé, qui est assez éloquent.

Voici, en effet, en définitive, les limites extrêmes du débit donné par chacun d'eux, et le chiffre moyen qu'on en tire (en centimètres cubes et pour 10 coups) :

a) *pal sans rondelle :*

Numéros des pals	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Débit minimum	34	65	43	43	51	50	67	55	59
Débit maximum	59	75	60	75	67	68	80	65	75
Ecart	25	10	17	32	16	18	13	10	16
Moyenne	46,5	70	51,5	59	59	59	73,5	60	67

Cadence	Nombre de coups	Débit en cc.	Moyenne
a) Pal sans rondelles			
1° Réservoir plein			
20	10	39	3,9
20	10	38	3,8
20	10	38	3,8
20	10	42	4,2
	40	152	3,8
30	10	47	4,7
30	10	47	4,7
30	10	47	4,7
30	10	49	4,9
30	10	49	4,9
30	10	51	5,1
30	10	49	4,9
30	10	49	4,9
30	10	49	4,9
30	10	48	4,8
30	10	51	5,1
30	10	49	4,9
30	10	49	4,9
30	20	99	4,95
30	50	258	5,16
	200	991	4,95
40	10	55	5,5
40	10	58	5,8
	20	113	5,65
50	10	58	5,8
50	10	55	5,5
	20	113	5,65
60	10	61	6,1
60	10	61	6,1
60	10	62	6,2
	30	184	6,13
2° Réservoir contenant 1 litre			
17	10	40	4
30	10	55	5,5
40	10	55	5,5
55	10	68	6,8
3° Réservoir presque vide (0 lit. 300)			
20	10	42	4.2
30	10	52	5,2
50	10	42	4,2
60	10	52	2,5

Cadence	Nombre de coups	Débit en cc.	Moyenne
b) Pal avec 3 rondelles			
1° Plein			
24	10	24	2,4
30	10	29	2,9
40	10	28	2,8
45	80	258	3,2
65	10	38	3,8
75	10	40	4
2° A moitié (1 lit. 400)			
20	10	26	**2,6**
30	10	27	2,7
40	10	31	3,1
65	10	37	**3,7**
75	10	40	4
3° Au septième (0 lit. 400)			
24	20	45	2,25
30	10	27	2,7
35	10	28	2,8
40	10	30	3
75	10	40	4
c) Pal à 5 rondelles			
1° Plein			
26	10	12	1,2
39	10	11	1,1
46	10	13	1,3
60	100	167	1,67
85	10	24	2,4
100	10	25	2,5
2° A moitié (1 lit. 400)			
27	10	15	1,5
38	10	16	1,6
46	10	18	1,8
60	10	20	2
100	20	50	2,5
3° Au septième (0 lit. 400)			
26	10	13	1,3
37	20	27	1,35
46	10	13	1,3
75	10	18	1,8
100	20	48	2,4

b) *avec 3 rondelles* :

Numéros des pals	1	2	3	4	5	6	7	8
Débit minimum	16	50	35	35	36	35	44	30
Débit maximum	33	55	44	45	50	47	52	43
Ecart	17	5	9	10	14	12	8	13
Moyenne	24,5	52,5	39,5	40	43	41	48	36,5

c) *avec 5 rondelles* :

Numéros des pals	1	2	3	4	5	6	7	8
Débit minimum	5	30	11	26	24	25	28	17
Débit maximum	18	37	21	35	34	30	35	27
Ecart	13	7	10	9	10	5	7	10
Moyenne	11,5	33,5	16	30,5	29	27,5	31,5	22

Constatons, par exemple : que parfois un pal avec 5 rondelles (n^{os} 2, 4, 5, 7) a donné plus qu'un autre (n° 1) sans rondelle; qu'en moyenne certain pal muni de 3 rondelles (n° 2) débite plus que certains autres (n^{os} 1 et 3) sans rondelle aucune ; que la différence de débit varie parfois du simple au double ou au triple.

En somme, des appareils qui devraient donner théoriquement 78 cc. environ par 10 coups de piston sans rondelles, 54 avec 3 et 39 avec 5 rondelles, ont donné dans l'ensemble :

	Sans rondelle	Avec 3 rondelles	Avec 5 rondelles
Minimum	34	16	5
Maximum	75	55	37
Ecart	41	39	32
Moyenne	54,5	35,5	21

Le débit varie donc beaucoup plus qu'on ne saurait le supposer de prime abord. Je veux bien admettre qu'avec le sulfure de carbone l'écart soit moindre qu'avec l'eau ; il n'en reste pas moins des différences déplorables entre les appareils et pour chacun d'eux suivant la manière dont on

les manipule. Ces écarts sont fort amoindris si le fonctionnement est assuré toujours par le même opérateur, avec un coup de main régulier.

Quelles que soient ses imperfections, le pal injecteur est un instrument auquel nous ne pouvons pas renoncer, parce qu'il est le seul instrument commode dont nous disposions à l'heure actuelle pour l'application du sulfure de carbone en grande surface. Mais il faut apprendre à le manipuler avec régularité et s'astreindre à le vérifier souvent. Il faudrait, entre autres, régler soi-même le débit de son pal au moyen de rondelles, d'après ses propres mesures et non d'après les indications théoriques fournies par le constructeur.

Pour l'application du sulfure de carbone sur de petits foyers isolés, qui intéressent seulement quelques pieds de pommes de terre, j'estime qu'il est absolument inutile de faire intervenir l'appareil, non seulement parce que le nombre restreint des trous ne le nécessite pas, mais aussi parce qu'on est beaucoup plus sûr du dosage en se servant d'une éprouvette ou d'une mesure quelconque calibrée une fois pour toutes. Un entonnoir de fer et un bâton complètent ce simple outillage, grâce auquel on peut avoir bien vite raison de petits foyers accrochés, que leur position rend souvent si dangereux.

Conclusions relatives au traitement du sol

Parmi les diverses substances essayées jusqu'à présent contre les Doryphores souterrains, trois seulement ont donné d'excellents résultats. Ce sont :

1° les hydrocarbures : pétrole, essence, benzol ;

2° la chloropicrine ;

3° le sulfure de carbone.

La manipulation de la chloropicrine exigerait l'emploi de masques et rebuterait certains opérateurs, aussi ne saurait-on insister pour faire adopter ce produit, puisque les autres sont aussi actifs et plus maniables.

Les hydrocarbures sont d'un emploi commode. On les verse sur le sol naturellement meuble ou préalablement ameubli, afin d'obtenir une pénétration aussi profonde que possible. A l'état pur, il faut compter sur 5 litres par mètre carré, ce qui reviendrait à environ 75.000 francs par hectare. On peut diminuer le coût en utilisant des émulsions, mais le transport d'une grande quantité d'eau représente une complication sérieuse.

L'arrosage au benzol ou à l'essence d'auto est très recommandable pour désinfecter le sol des tout petits foyers ; il a l'avantage de pouvoir être fait extemporanément, grâce au bidon que l'on a dans sa voiture ou que l'on trouve dans tous les villages.

L'injection de sulfure de carbone est plus longue et plus délicate,

mais elle est beaucoup moins onéreuse, plus de 10 fois moins. C'est à elle qu'il faut avoir recours, sous les réserves de surveillance mentionnées plus haut, dès que le traitement prend une certaine étendue.

Les prochaines recherches doivent tendre à découvrir des insecticides souterrains peu coûteux dont l'épandage soit plus facile et qui offrent les mêmes garanties d'action sur les stades souterrains de la Chrysomèle.

III. TRAITEMENT DU FEUILLAGE

Les essais relatifs au traitement du feuillage au moyen de bouillies ou de poudres avaient commencé à la Station de Bordeaux, dès l'année 1922, dans le but d'obtenir une mise au point rapide des meilleurs procédés. La pulvérisation de bouillie bordelaise additionnée d'arséniate de plomb du type commercial français d'alors avait donné des mécomptes. J'ai montré dans un précédent mémoire (1) comment il avait fallu, d'une part, faire préparer un arséniate plus riche en anhydride arsénique As^2O^5 et, d'autre part, renoncer provisoirement à la bouillie cuprique, dont l'action insectifuge menaçait de concourir à la diffusion du ravageur.

Malgré les excellents résultats obtenus dans ces nouvelles conditions, il m'a paru nécessaire de continuer les expériences, tant pour contrôler la présentation des produits commerciaux nouveaux qui allaient être créés que pour perfectionner la méthode de lutte.

Les essais ont eu lieu quelquefois en plein champ sur des pieds de pommes de terre dont les occupants, Doryphores ou larves, étaient comptés et surveillés dans la mesure du possible : ils ont eu lieu surtout au laboratoire, dans des cages plus ou moins grandes contenant des rameaux de pommes de terre, maintenus quelque temps en état de fraîcheur par l'eau d'un flacon ou d'une ampoule de verre appropriée (2). Les rameaux étaient remplacés, suivant les besoins, par d'autres traités de même. Dans certains essais, le traitement de ce feuillage avait lieu au fur et à mesure ; dans la plupart, il était fait une fois pour toutes, le jour ou la veille de l'expérience, sur un pied réservé dans le jardin du laboratoire, c'est-à-dire dans un milieu soumis aux intempéries du plein champ ; on se rapprochait ainsi des conditions normales, tout en opérant sur des sujets captifs (3). C'est ce qui fut

(1) *Annales des Epiphyties*, T. IX, fascicule 4.

(2) Du modèle offert par le commerce pour la conservation des grappes de raisin.

(3) Le désir de ne pas entraver l'extinction des foyers par les services chargés de la lutte nous faisait un devoir de ne pas créer de véritables champs d'expériences, d'où les insectes adultes auraient pu s'envoler. Les services scientifiques ne pouvaient, en effet, prendre la responsabilité du maintien du Doryphore sur un champ. Ils contribuaient au contraire au ramassage et à la mise hors d'état de nuire d'un assez grand nombre de sujets.

fait en général dans les expériences de 1926 et des années suivantes.

Le mode d'épandage essentiel a été la pulvérisation, effectuée soit avec des appareils à dos d'homme tels qu'on les utilise en Gironde pour le traitement de la vigne, soit avec de petits pulvérisateurs de jardiniers.

Les produits essayés ont été tout d'abord, comme en 1922, les arséniates de plomb, puis l'arséniate de chaux et quelques autres sels d'arsenic : arséniate de magnésie, arsénite et acéto-arsénite de cuivre, arsénite et arséniate de baryum, sulfure d'arsenic, en même temps que des insecticides classiques tels que la nicotine, le chlorure de baryum, le pyrèthre.

Par comparaison avec les pulvérisations, il a été fait aussi des essais de poudrages avec la chaux, le soufre, le soufre nicotiné, les fluosilicates et les arséniates de plomb et de chaux.

Il convient enfin de faire une place aux quelques essais visant l'action des fumées.

Ces diverses expériences ont été faites surtout avec la collaboration de MM. Dieuzeide, Bruneteau, Meilhan.

A. *PULVÉRISATIONS ARSENICALES*

a) Arséniate de plomb

Certains arséniates de plomb avaient donné, lors de nos premières expériences, des chiffres d'efficacité remarquables, que les applications faites depuis, dans les champs, n'ont fait que confirmer. Il est facile de constater la mort des Doryphores adultes, et surtout des larves, dans les jours qui suivent une application de bouillie, les cadavres jonchant le sol le long des sillons.

J'ai tenu à contrôler ces résultats par de nouveaux essais de laboratoire ou de champ d'expériences, tout en cherchant à comparer les diverses formules et marques présentées par le commerce, pour ne conseiller leur emploi qu'avec l'assurance de leur efficacité.

Les arséniates de plomb soumis à ce contrôle peuvent être distingués en quatre catégories :

1° des mélanges pulvérulents d'arséniate de soude (1 partie) et acétate de plomb (3 parties) en présence de carbonate de chaux, donnant par réaction extemporanée, au contact de l'eau, l'arséniate triplombique à l'état naissant ;

2° un arséniate triplombique en pâte ;

3° des arséniates fortement diplombiques en poudre et surtout en pâte ;

4° un type intermédiaire en pâte, contenant un mélange de diplom-

bique et de triplombique, dans lequel ce dernier prédomine et représente environ les deux tiers.

Ces arséniates de différentes sortes ont été classés par nous, au point de vue chimique, suivant les directives contenues dans une note de M. Dufilho (1).

L'arséniate triplombique pur contient 25,56 % d'anhydride arsénique As^2O^5 et 74,8 d'oxyde de plomb PbO. L'arséniate diplombique pur en contient 33,57 et 61,26. Etant donné un arséniate du commerce dont on a dosé l'arsenic et le plomb, sous forme d'As^2O^5 et de Pb O, il suffit d'établir le rapport $\frac{As^2O^5}{Pb\,O}$ pour connaître la position du produit par rapport au triplombique et au diplombique purs, le rapport théorique étant 0,341 pour le premier et 0.522 pour le second. Dans un mélange à poids égaux de triplombique et de diplombique, le rapport serait : $\frac{0,522 + 0,341}{2} = 0,4315$ et, si un produit donnait à l'analyse $\frac{As^2O^5}{Pb\,O} = 0,401$, il contiendrait un tiers d'arséniate diplombique.

Je rappelle qu'en 1922, la comparaison des diverses formules avait été nettement en faveur des arséniates diplombiques, notamment de celui qui, sur notre demande, avait été préparé par M. Dufilho lui-même, et cela par comparaison avec les arséniates triplombiques du commerce français. Aussi, les essais dont je donne ici le détail ont-ils fait moins de cas des anciens triplombiques afin de se porter davantage sur la forme la plus active.

L'analyse des échantillons a été effectuée au Laboratoire de Toxicologie de la Faculté de Médecine de Bordeaux, par M. Dufilho, assistant. Me conformant à la règle adoptée par l'Institut des Recherches Agronomiques, je laisserai ici de côté le nom des marques commerciales et me contenterai de désigner chaque produit par une lettre correspondant à sa formule donnée une fois pour toutes. Je crois cependant pouvoir dire que, parmi les sept dont il est question à propos des bouillies, les cinq premiers sont d'origine française et les deux derniers d'origine étrangère. En voici l'analyse :

E. Dufilho. — Sels arsenicaux solubles et arséniates de plomb (*Bull. des travaux de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, 1925.)

Types	Humidité	As^2O^5	PbO	Divers	$\frac{As^2O^5}{PbO}$	Pourcentage	
						diplombique	triplombique
A	0,9	11.78	32,92	54,4	0,358	9,4	90,6
B	74,5	8,05	15,89	1.56	0,506	91,6	8,4
C	49,8	16,3	32,4	1,3	0,503	89,5	10,5
D	48	15.8	31.75	4.45	0.497	86,1	13,9
E	53,1	8,4	25,02	13,48	0,335	0	100
F	45,6	13,85	34,66	5,89	0,3995	32,3	67,7
G	39	18,48	38,25	4,27	0.483	78,4	21,6

Les types A et E représentent la première et la deuxième catégorie (triplombique). L'arséniate E contient un excès de Pb O par rapport à son As^2O^5 ; il doit être considéré comme un mélange d'arséniate triplombique et d'arsénite de plomb (1). Les types B, C, D, G représentent la troisième catégorie (diplombique), le type F la quatrième, celle des intermédiaires. Les formules A et B ont été déjà expérimentées en 1922, les autres n'ont été offertes dans le commerce que par la suite.

Les chiffres ci-dessus caractérisent suffisamment les sortes mises en expérience, mais ils ne sont pas absolus et l'on observe parfois, pour la même marque commerciale, des variations sensibles dans la composition chimique et plus encore dans la tenue physique, à telle enseigne qu'il serait sage et juste de n'acheter chaque année que sur la garantie d'échantillons témoins, comme on le fait pour d'autres marchandises sujettes à variations.

Les résultats obtenus vont être indiqués successivement pour les diverses formules, dans l'ordre du tableau.

ARSENIATE A

Deux essais de 1923 confirment ceux de 1922, quant à l'action relativement faible des bouillies obtenues par réaction extemporanée d'As^2O^5 et de Pb O, donnant le triplombique à l'état naissant.

1er essai. — Le 23 avril, 12 Doryphores adultes ont été posés sur feuillage traité, le matin même, avec une bouillie du type A préparée avec 2 % de la poudre commerciale. Ils ont mangé peu ou prou ce feuillage les jours suivants. Les rameaux offerts à partir du 30 avaient subi ce jour-là une deuxième pulvérisation.

(1) Une analyse ultérieure d'un échantillon du même produit a donné des chiffres sensiblement différents : Humidité 45,8 ; As^2O^5 12,1 ; PbO 34,51 ; $\frac{As^2O^5}{PbO} = 0{,}350$.

Les morts ont été notées comme suit : 2 le 3 mai, 1 le 9, 1 le 17, 2 le 21, 1 le 24, 1 le 30, 1 le 31, 1 le 1er juin, 1 le 5. L'expérience a cessé le 6 juin.

2e *essai.* — 25 larves, placées de même le 14 mai, sont mortes plus vite : 4 le 16, 10 le 18, 4 le 19, 6 le 23, 1 le 25 mai.

Cela correspondrait à un pourcentage de 16 le deuxième jour, 72 le cinquième et 100 le onzième, résultat assez convenable, en somme, pour les larves. Mais pour les adultes, l'action est extrêmement faible ; le pourcentage est abaissé à 16 au dixième jour, 32 au vingt-cinquième, 83 au quarantième ; une pareille lenteur n'a été observée qu'avec une autre formule, E, dont le rapport $\frac{As^2O^5}{PbO}$ est également faible.

Remarquons toutefois que la dose de 2 %, considérée comme forte, d'après l'usage habituel contre d'autres insectes et d'après le prix de revient, ne représente en fait que 0,235 % d'As^2O^5, c'est-à-dire un chiffre bien inférieur à celui que met en jeu l'emploi de la plupart des autres formules.

ARSENIATE B

Il s'agit cette fois d'un arséniate en pâte fabriqué successivement par plusieurs maisons à partir d'une formule établie en 1922. Les essais mentionnés dans ce chapitre constituent donc une reprise de ceux que j'ai publiés en 1923.

La dose habituellement employée a été de 4 % (ce qui correspond à peu près à 1 % de produit sec) ; elle revient à 0,322 % d'As^2O^5, présenté sous forme presque exclusivement diplombique.

1er *essai.* — A cette dose de 4 %, l'arséniate B est appliqué le 17 avril 1923 sur du feuillage, en présence duquel on met en cage, le 17 avril, 8 Doryphore adultes ; l'un d'eux est trouvé mort le 19 avril, 2 le 20, 1 le 24, 1 le 25 et 2 le 26.

2e *essai.* — Ce jour-là, 26 avril, l'expérience est renouvelée avec 25 adultes, parmi lesquels 2 sont morts le 30, 3 le 2 mai, 5 le 3, 2 le 4, 3 le 7, 4 le 8, 1 le 9, 3 le 11, 1 le 14, 1 le 17 mai.

3e *essai.* — Entre temps, le 9 mai, 25 autres adultes ont été mis en présence de feuillage pareillement traité et les morts se répartissent comme suit : 2 le 12, 10 le 14, 1 le 16, 2 le 19, 3 le 21, 3 le 23, 1 le 25, 1 le 26, 1 le 5 juin ; le dernier a résisté jusqu'au 22 juin.

4e *essai.* — Le 17 août, une dernière série de 25 adultes est vouée au même régime ; elle donne 6 morts le 20, 2 le 22, 1 le 24, 1 le 25, 1 le 27, 1 le 28, 4 le 30, 1 le 31 août, 1 le 1er septembre, 1 le 7, les autres étant encore en vie le 17 septembre, jour d'arrêt de l'expérience.

5e *essai.* — Avec des larves jeunes, âgée de 6 jours, une expérience a été mise en train le 9 mai 1923. Il s'agit de feuillage traité à la même dose de 4 %. Sur 25 larves, 12 sont déjà mortes le 11, 8 le 12, les 5 dernières le 14, c'est-à-dire le cinquième jour.

6e *essai.* — Sur 50 larves mises le 25 mai en présence de feuillage traité de même sorte, 49 sont déjà mortes le 26 et la dernière meurt dans la nuit du 27 au 28, bien qu'ayant été placée depuis le 26 sur une feuille libre de poison.

7e *essai.* — A la dose réduite de 2 %, l'action de cet arséniate de plomb est encore très vive, puisque 25 larves placées le 24 mai sur le feuillage traité sont toutes mortes dans les 4 jours : 14 le 25, 10 le 26, et 1 le 28 mai.

Depuis 1923, de nouvelles expériences de contrôle ont eu lieu tous les ans, et ce produit B a été le plus souvent pris comme terme de comparaison pour l'étude des autres. Je me contente de rapporter les essais les plus récents.

8e *essai.* — Appliqué le 30 mai 1927 à la dose de 1 %, sur le feuillage qu'on offre à partir du 31 mai à 10 larves et 10 adultes, il provoque la mort de 1 adulte le 6 juin, 1 le 8, 1 le 11, 1 le 18, 1 le 22, 1 le 24, 1 le 30, 1 le 6, 1 le 9 juillet (1 reste vivant le 13 juillet). Il fait mourir 1 larve le 1er juin, 1 le 2, 2 le 3, 2 le 4, 1 le 6, 2 le 8, 1 le 10.

9e *essai.* — A 2 %, dans les mêmes conditions, il provoque la mort des adultes comme suit : 1 le 4 juin, 1 le 6, 1 le 9, 1 le 13, 1 le 16, 3 le 20, 1 le 28. Quant aux larves, mises seulement le 1er juin, 5 sont trouvées mortes le 3, 1 le 4, 2 le 6, 1 le 8, 1 le 11.

Les résultats de ces derniers essais, quoique très nettement supérieurs à ceux de la formule A, semblent moins bons que ceux obtenus en 1923 à la même dose (2 %). Sans doute faut-il y voir une variation dans la fabrication même du produit, comme il peut arriver pour tous les arséniates d'une année à l'autre.

Au reste, à partir de 1928, la préparation de cette formule, qui contient un gros excès d'eau, a été arrêtée et, pour des raisons d'économie de transport, remplacée par la préparation du type C, analogue, mais deux fois plus concentrée.

ARSENIATE C

Les essais de 1928 ont eu lieu sous cette forme nouvelle et en adoptant la dose courante de 2 % au lieu de 4. Trois essais parallèles ont été effectués dans ces conditions le 26 juin.

1er *essai.* — 10 larves et 10 adultes ont été placés sur feuillage traité à raison de 2 % de pâte C. 7 adultes sont morts le septième jour et 2 le huitième (4 juillet) ; 3 larves ont été tuées dans les 24 heures et les 7 autres dans les 48.

2e *essai.* — Sur 10 larves et 10 adultes placés dans une seconde cage, en présence de feuillage traité à 2 % d'une pâte C prise dans un autre lot de fabrication identique, le résultat est exactement le même : 7 adultes morts le septième jour, 2 le huitième ; 3 larves le premier, 7 le second jour.

3e *essai.* — Une pâte commerciale, de même formule générale et vendue comme conforme à C, mais reconnue moins concentrée (66 % d'eau), employée le même jour (26 juin), à la même dose (2 %), a donné des résultats inférieurs, soit : sur 10 adultes, 1 mort le 29 juin, 5 le 3 juillet, 2 le 6 ; sur 10 larves, 3 le 27, 3 le 28, 2 le 29 juin et 2 le 3 juillet.

4e essai. — Une pâte conforme au type C fut employée, sous forme de bouillie à 2 %, le 3 juillet 1929, sur un pied de pomme de terre en plein champ. Le feuillage ainsi traité, après avoir été soumis pendant 2 jours à de fortes pluies d'orage, fut donné comme nourriture à 20 larves le 5 juillet ; il en a tué 4 dans le délai de 3 jours, le 8, 6 autres le 9, et 4 le 10 juillet. L'expérience n'a pas été poursuivie.

5e essai. — L'expérience reprise aussitôt, avec 20 nouvelles larves, sur feuillage traité le 5, dans les mêmes conditions, a fait périr 3 larves le 12, 12 le 13, 2 le 16 et 1 le 17 juillet.

En somme, les formules B et C peuvent être considérées comme à peu près équivalentes au point de vue chimique, à la proportion d'humidité près. Il nous a d'ailleurs été donné de constater que la proportion d'eau contenue dans les boîtes de différents lots vendus comme identiques variait très sensiblement, tantôt en moins, tantôt en plus ; l'écart était très grand, par exemple, dans l'échantillon qui servit au 3e essai de la formule C ; si une analyse avait été faite sur cet échantillon, elle aurait fourni des chiffres intermédiaires entre ceux de B et de C.

Bref, cette question de l'humidité mise à part, il est assez curieux de constater non seulement l'identité des résultats fournis par les essais parallèles (1 et 2) du même produit C sur deux boîtes de même fabrication, mais encore la similitude générale des chiffres donnés par le B à 4 % et le C à 2 %, c'est-à-dire par une même dose d'As^2O^5. Notons aussi la diminution des effets de B lorsqu'il est employé à dose réduite (2 ou 1 %). Remarquons enfin l'efficacité réduite, mais encore assez satisfaisante, de la bouillie C à 2 % après 2 jours de lavage par de fortes pluies.

ARSENIATE D

La pâte D, que sa formule rapproche beaucoup de C, n'a été employée qu'à des doses moindres : 0,5 et 1 %, en 1927.

1er essai. — 10 larves et 10 adultes ont été mis en observation sur feuillage traité au moyen de bouillie à 0,5 %, le 31 mai.

Les adultes sont morts : 1 le 6 juin, 3 le 13, 1 le 18, 1 le 20, 2 le 22 ; il reste 2 vivants le 13 juillet. 3 larves ont succombé le 2 juin, 3 le 3, 1 le 6, 1 le 8 et les deux autres le 24 juin.

2e essai. — Avec la dose de 1 %, sur 10 adultes placés le 31 mai, 1 est mort le 6, 2 le 8, 1 le 10, 1 le 20, 1 le 24, 1 le 27, 1 le 4 juillet, 1 le 12 ; il reste 1 vivant à cette date. Sur 10 larves, mises un jour plus tard, le 1er juin, 6 sont trouvées mortes le 3, 3 le 4 et 1 le 6.

3e essai. — Le 19 juillet, 10 adultes et 10 larves sont mis en présence de feuillage qui vient d'être traité à 1 %. On relève 1 adulte mort le 23 juillet, 1 le 25; 1 larve le 20, 7 le 21, 1 le 23, 1 le 28.

4e essai. — 10 autres larves, mises en observation le 30 juillet, sont déjà toutes mortes le 1er août, bien qu'il s'agisse de feuillage traité depuis le 19 et soumis aux intempéries du plein champ.

La dose d'As^2O^5 contenue dans la bouillie n'étant que de 0,158 % avec la dose la plus élevée, il n'y a pas lieu de s'étonner de la moindre efficacité sur les adultes ; mais il y a lieu d'enregistrer l'action assez vive sur les larves et la durée de cette action.

Il est intéressant de noter, en effet, dans le dernier cas, une suffisante conservation de la bouillie sur le feuillage au bout de 11 jours pour produire une action violente sur les larves. Cela paraît tenir essentiellement aux qualités physiques remarquables présentées par ce produit, tel qu'il fut livré cette année-là.

ARSENIATE E

En la même année 1927 fut essayée cette nouvelle formule qui, contrairement aux trois précédentes, a le caractère d'un arséniate franchement triplombique, comme A, mais avec une présentation sous forme de pâte de très bonne tenue physique ; ce produit offre une apparence colloïdale que nous n'avons constatée au même degré pour aucun autre, sauf pour G.

Trois doses ont été essayées : 0,5, 1 et 2 %.

1er essai. — Le 31 mai, 10 adultes et 10 larves sont mis en présence de feuillage traité à raison de 0,5 %. Les adultes sont restés longtemps sans se laisser prendre ; le premier mort n'est relevé que le 15 juin, le deuxième le 22, un autre le 30, 1 le 11 juillet, 1 le 12 ; à cette dernière date, soit au bout de 42 jours, il reste 5 vivants, dont 2, il est vrai, sont malades. Les larves sont mortes : 3 le 2 juin, 1 le 3, 2 le 4, 2 le 6 et 2 le 8, c'est-à-dire toutes dans le délai de 8 jours.

2e essai. — Mêmes conditions, même date de mise en expérience, mais avec la dose de 1 %. L'action sur les adultes est assez tardive : 1 mort le 13 juin, 1 le 22, 1 le 27, 1 le 4 juillet ; 6 encore vivants, dont 1 seul malade, à la date du 13 juillet. Les larves, mises seulement le 1er juin, sont trouvées mortes : 2 le 3 juin, 4 le 4, 1 le 6, 1 le 8, 1 le 11 juin, la dixième n'ayant pas été retrouvée.

3e essai. — La dose est encore doublée, portée à 2 %. Les autres conditions sont les mêmes. Un adulte est mort le 10 juin, 2 le 24, 2 le 6 juillet, 1 le 11, 1 le 12 juillet ; il reste alors 3 vivants.

Des 10 larves mises le 1er juin, 5 sont mortes le 3, 2 le 4, 2 le 6, 1 le 8.

4e essai. — Une expérience est établie le 19 juillet avec cette même dose de 2 % et sur 10 larves, dont 3 sont reconnues mortes le 20 juillet, 1 le 21, 6 le 23.

Un nouveau lot de 10 larves ayant été mis le 23 juillet sur un autre rameau traité le 19, il y a 9 mortes le 25 et 1 le 26.

Sur 10 mises dans les mêmes conditions le 26, 4 sont mortes le 28 et 6 le 30.

Enfin, sur un quatrième lot de 10 qui ont été placées le 30, et toujours sur feuillage traité en plein champ, une seule fois, le 19, on compte 6 mortes le 1er août, 2 le 3, 1 le 8, 1 le 11.

Il faut conclure de ces derniers essais que le produit E, dont la composition est aberrante, a peu d'action sur les adultes, dont il provoque la mort de façon assez lente, comme A.

Sur les larves, même à 0,5 % ou 1 %, il a provoqué la mortalité totale en 10 jours. Cette proportion de 100 % a été même réalisée en 7 jours et quelquefois en 4 avec la dose de 2 %.

L'action du feuillage empoisonné depuis 11 jours et plus, dans le dernier terme du 4e essai, fut encore suffisante pour tuer toutes les larves en 12 jours. Il est vrai que, dans des conditions identiques, l'arséniate D les avait tuées en 2 jours.

ARSENIATE F

Ce produit, d'origine américaine, représente un mélange de triplombique et de diplombique dans lequel ce dernier entre pour un tiers environ.

C'est une pâte dont les qualités physiques sont en général bonnes. Les résultats obtenus en 1922 étaient intermédiaires entre ceux des formules A et B, plus rapprochés de B, surtout au point de vue des larves.

Les expériences ont été reprises au printemps 1923.

1er essai. — Avec le produit F à 2 %, on a traité du feuillage sur lequel 8 adultes sont placés le 17 avril. Les insectes présentent une assez grande activité les jours suivants : deux copulations sont observées le 18, un sujet est surpris en train de chercher à s'envoler le 23. Les morts ne commencent que le 25. On recueille 1 cadavre ce jour-là, 3 le lendemain, 1 le 27, 1 le 28.

2e essai. — L'expérience précédente étant arrêtée le 1er mai, on la reprend ce même jour avec 25 adultes, dont 4 sont trouvés morts le 4 mai, 6 le 7, 5 le 8, 1 le 9, 2 le 12, 2 le 14, 1 le 16, 1 le 18 mai. L'observation est interrompue le 22 mai.

3e essai. — Le 23 mai, 25 nouveaux sujets sont installés dans les mêmes conditions. Il en meurt 2 le 31, 1 le 1er juin, 4 le 4 juin, 1 le 5, 3 le 7, 3 le 9, 1 le 11, 1 le 12, 1 le 13, 2 le 14, 1 le 15, 1 le 16, 1 le 18, 1 le 19, 1 le 26, 1 le 29.

La rapidité beaucoup plus grande des morts dans la seconde expérience tient peut-être aux conditions atmosphériques, qui auraient accru l'activité et l'appétit des Doryphores. Les températures moyennes qui, pour les 6 premiers jours de la première série, furent respectivement de 22°7, 20°, 14°, 21°, 19°5 et 12°5, et, pour les jours correspondants de la troisième, 16°, 16°5, 19°, 17°5, 14°5, 20°, furent, pour les 6 premiers jours de la deuxième, 21°, 28°, 28°, 21°, 23°, 18° et le temps fut orageux durant les 4 premiers.

4e essai. — Entre temps, il a été fait aussi une expérience sur des larves. Le 9 mai 1923, 25 larves, âgées de 6 jours environ, ont été mises sur feuillage traité à 2 %. 11 sont mortes le lendemain, 6 autres le jour d'après et les 8 dernières ont subi le même sort le 14 mai, c'est-à-dire au cinquième jour.

Je donne, à titre de comparaison, 3 expériences faites en 1928 et 1929.

5e essai. — Le 26 juin 1928, à la suite d'un traitement à la dose de 1,5 %, 10 adultes et 10 larves ont été posés sur le feuillage. Il est mort 5 adultes le 28 juin, 3 le 3 juillet et 2 le 6 juillet ; 7 larves le 28 juin, 1 le 29 et 1 le 3 juillet.

6e essai. — Le 3 juillet 1929, une pulvérisation a été effectuée, à 2 %, sur des pieds de pommes de terre en plein champ, avec un appareil à dos d'homme du type courant. De fortes pluies ont eu lieu dans les 48 heures, mais le produit marque encore bien sur le feuillage le 5 juillet. Ce jour-là, 20 larves sont placées sur un rameau prélevé là, porté dans une cage et maintenu frais grâce à un flacon garni d'eau.

Le lendemain 6, la nourriture est à peine touchée, 4 larves sont malades.

Le 8, les 20 larves sont mortes. L'action a donc été très rapide, malgré le lavage auquel fut soumis le feuillage une fois traité.

7e essai. — Une dernière expérience, montée le 10 juillet avec 20 larves, dans les mêmes conditions, donne 7 mortes le 12 juillet, avec 4 malades, 7 autres mortes le 13, 2 le 16, 1 le 17 ; les 3 dernières restent vivantes à cette date et l'une d'elles va se nymphoser.

En somme, le produit F s'est révélé parmi les meilleurs, comme en 1922. Sur les adultes, dans l'ensemble, il a fait périr 50 % dans les 10 jours et 75 % dans les 17 jours. Il a atteint 78 % des larves dans les 3 jours et 95 % dans les 7.

ARSENIATE G

La pâte G est un produit d'apparence colloïdale d'excellent aspect et de très bonne tenue, mais d'un prix malheureusement trop élevé pour la pratique. Il n'en est pas moins intéressant de noter les résultats acquis par les expériences de 1926 et 1927, expériences qui ont été faites avec 0,25, 0,5, 1 et 2 %.

1er essai. — En 1926, le 15 juillet, sur feuillage traité à la dose de 0,5 %, on a placé 10 larves d'âge moyen, dont 4 sont trouvées mortes le 17 et les 6 autres avant le 20.

2e essai. — Le même jour, 10 autres larves ont été mises en observation en présence de nourriture traitée avec une dose deux fois moindre (0,25 %) ; elles meurent toutes dans le même délai, puisqu'on relève 2 cadavres le 17 juillet et 8 le 20.

3e essai. — Le 10 août, 10 adultes sont mis sur du feuillage qui a reçu une pulvérisation à 0,5 % ; ils mangent peu, l'un d'eux pond 4 œufs le 11 ; 3 sont morts le 15 août, 1 le 23, date à laquelle l'expérience est arrêtée.

4e essai. — L'expérience montée le 2 juin 1927, avec 0,5 %, a pour sujets 10 adultes et 10 larves. 1 adulte paraît malade dès le 8 juin, mais les morts ne sont recueillis qu'à partir du 18 : 2 le 18, 1 le 20, 4 le 27 juin, 2 le 13 juillet ; il reste un vivant ce jour-là et l'expérience est arrêtée.

1 larve est morte le 3 juin, 2 le 6, 1 le 8, 1 le 10, 3 le 11, 1 le 15, et la dernière, malade et ne mangeant plus à partir du 22 juin, ne meurt cependant que le 9 juillet.

5e essai. — Des 10 adultes placés le 31 mai sur feuillage traité à la dose de 1 %, 2 sont morts le 3 juin, 3 le 4, 1 le 6, 1 le 9, 1 le 13, 1 le 20, et le dernier seulement le 12 juillet.

Des 10 larves mises en même temps en observation, 1 est déjà morte le 1er juin, 6 le 2, 1 le 3 et 2 le 4.

6e essai. — Dans les mêmes conditions, mais sur feuillage traité à 2 %, le même jour, 31 mai, on a placé 10 adultes. 2 sont trouvés morts le 3 juin, 2 le 6, 1 le 13, 1 le 20, 1 le 4 juillet, 1 le 6, 1 le 9 ; il reste un vivant le 13, au moment où l'observation cesse.

10 larves installées sur ce feuillage le 1er juin sont mortes : 5 le 2, 2 le 3, 1 le 4, 2 le 6 juin.

Les essais qui précèdent ont eu lieu à la suite d'un traitement effectué le jour même ou la veille de la mise en observation des insectes.

En juillet 1927, deux observations consécutives ont été faites entre le 19 juillet et le 17 août en prélevant toujours l'aliment sur des pieds traités le 19 juillet à la dose de 1 %.

7e *essai.* — Un rameau de feuillage est donné ce jour-là à 10 adultes et 10 larves. Un adulte est mort le 23 juillet, 2 le 25, 1 le 28, et 1 le 1er août. 3 larves sont déjà mortes le 20, 1 le 21 et les 6 autres le 23.

10 nouvelles larves sont mises en remplacement le 24 juillet ; il en est mort 2 le 25, 4 le 26 juillet, 2 le 1er août, 1 le 3, 1 le 17.

Bien que dans ce dernier cas 2 ou 3 larves aient mis plus d'une semaine à mourir, en présence de feuillage traité 5 jours avant le début de l'observation, on peut noter que l'arséniate G est un des plus actifs et sans doute le mieux présenté au point de vue tenue physique parmi tous ceux que la Station a contrôlés depuis dix ans.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES ARSÉNIATES DE PLOMB

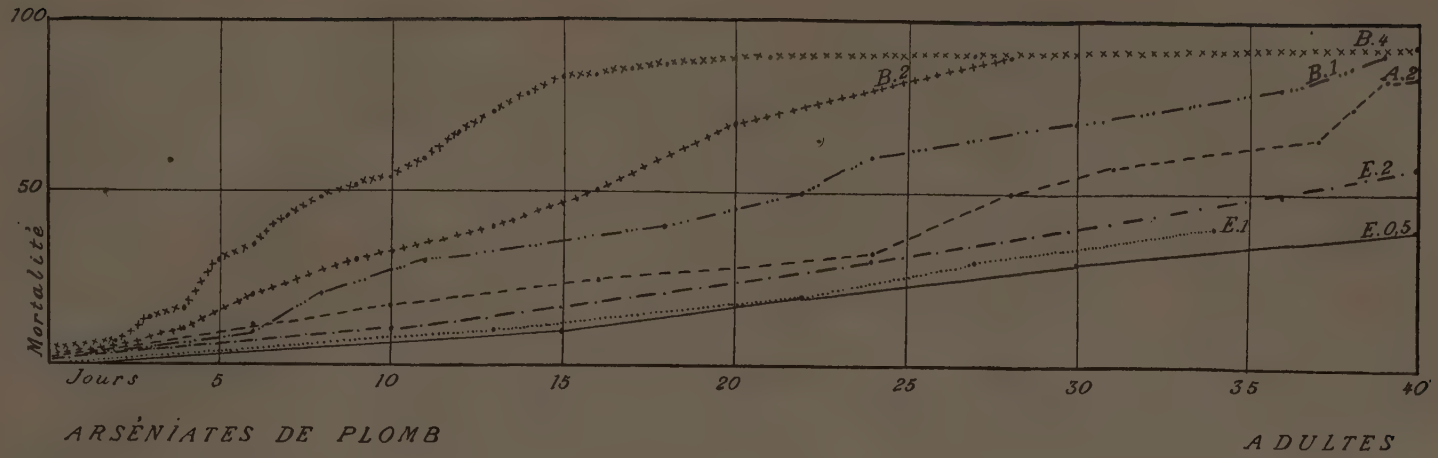
Examen comparatif. — Les diverses marques d'arséniates de plomb qui correspondent aux formules indiquées précédemment nous ont toutes donné des résultats plus ou moins favorables au point de vue insecticide, du moins vis-à-vis des larves. Nous pouvons d'ailleurs comparer les chiffres et les courbes qui découlent des moyennes fournies par chaque type.

Nous pouvons en outre examiner le rendement de quelques expériences comparatives où plusieurs furent essayés parallèlement.

C'est, par exemple, le cas des observations faites en juin 1927, sur des touffes de feuillage traitées le 31 mai avec chacun des arséniates B, D, E, G, et sur d'autres non traitées. Chaque produit étant essayé à 2 doses, cela fait 8 cages d'expériences, chacune avec 10 adultes et 10 larves, plus une cage témoin contenant 20 adultes et 20 larves.

Voici le tableau des résultats :

Type	Dose	Dose As^2O^5	Adultes							Larves					
			Total	Morts au bout de :					Survivants après 42 jours	Total	Mortes au bout de :				Survivantes après 11 jours
				5 jours	10 jours	20 jours	30 jours	42 jours			2 jours	5 jours	8 jours	11 jours	
B	1 %	0,08	10	0	2	4	7	9	1	10	2	6	9	10	0
B	2 %	0.16	10	1	3	8	9	9	1	10	5	8	9	10	0
D	0,5 %	0.079	10	0	1	6	8	8	2	10	3	6	8	8	2
D	1 %	0,158	10	0	4	5	7	9	1	10	6	10			0
E	1 %	0.084	10	0	0	1	3	4	6	10	2	7	8	10	0
E	2 %	0.168	10	0	1	1	3	7	3	10	5	9	10		0
G	1 %	0.185	10	5	7	9	9	10	0	10	6	10			0
G	2 %	0.37	10	2	4	6	6	9	1	10	2	10			0
Témoin			20	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	2	18



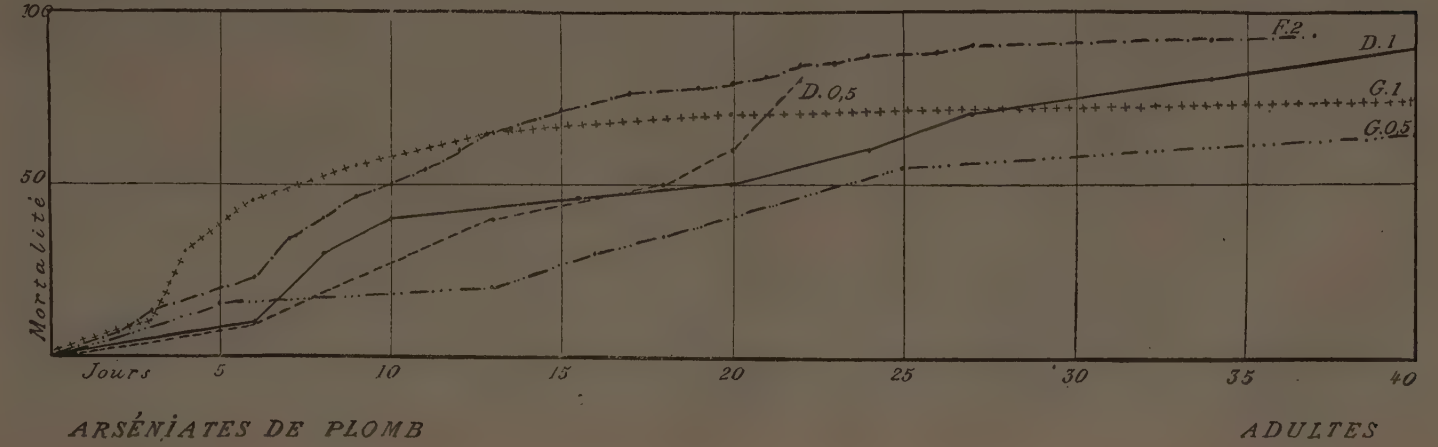


Fig. 2 et 3. — Courbes d'efficacité des divers arséniates de plomb sur les Doryphores adultes.

D'après la teneur des produits en As^2O^5, il est facile d'établir certaines égalités au point de vue des doses : B 1 %, D 0,5 %, E 1 % sont à peu près équivalents, de même que B 2 %, D 1 %, E 2 %, qui équivalent sensiblement à G 1 %.

Or, il apparaît nettement que la dose d'As^2O^5, tout en ayant une importance indéniable, n'est pas tout et que les effets sont assez différents suivant les qualités physiques des produits et, pourrions-nous ajouter, suivant l'abondance des pulvérisations.

En général, les résultats sur les adultes sont relativement faibles pour toutes les formules, si on les compare à ceux qui ont trait aux larves. A ce point de vue, l'arséniate E s'est montré bien inférieur aux autres ; cela est même d'autant plus remarquable que la nourriture traitée avec lui a paru être acceptée et consommée davantage. Par contre, l'arséniate G, qui est à la fois le plus riche en As^2O^5 et le mieux présenté au point de vue physique, le plus colloïdal, s'est montré nettement supérieur à tous. Il est juste d'ajouter que la dose de 1 % a été, en l'espèce, plus active que la dose double.

Sur les larves, une supériorité très nette s'est affirmée pour le même produit G à 2 % et à 1 %, en même temps que pour D à 1 %. L'arséniate E n'a pas été inférieur à B, il a même été plus rapide à 2 % sur les larves, ce qui prouverait, semble-t-il, que la présence d'arsénite de plomb a renforcé l'action de l'arséniate qui, lui, est ici franchement triplombique.

Une intéressante remarque est donnée par l'examen des chiffres du D à 0,5 %. La lenteur avec laquelle sont mortes les deux dernières larves est en effet curieuse ; elles étaient comptées comme malades et ne mangeant plus, par conséquent intoxiquées déjà, depuis le 6 juin, c'est-à-dire le 6e jour de l'expérience et le 13e de leur vie, mais n'ont succombé que 18 jours plus tard, le 24 juin, c'est-à-dire au 31e jour de leur existence. Elles ont bénéficié sans doute d'une immunité relative, qui s'est traduite par le ralentissement des effets du poison, ce qui n'empêche pas de rapprocher leur maintien à l'état vivant, sans nourriture, des cas signalés dans la première partie de ce mémoire (1).

Lots témoins. — Pour tous les essais d'arséniates mentionnés dans ce chapitre et dans les suivants, les larves étaient prises, non pas à la naissance, mais de préférence à un âge moyen, entre 6 et 10 jours, afin d'éviter, d'une part, celles qui sont sur le point de ne plus manger et, de d'autre, celles qui subissent les hécatombes de mortalité naturelle du jeune âge.

Si l'on voulait d'ailleurs établir de façon exacte le pourcentage et

(1) *Annales des Epiphyties*, XVI, 6, p. 334-338. A maintes reprises, dans les essais de traitement, nous avons vu des sujets, boudant sur la nourriture, vivre, à l'état de larves, bien au-delà du délai habituel de la métamorphose.

la courbe des morts obtenues par un traitement insecticide, il faudrait les calculer chaque fois par rapport à un lot témoin.

Ce lot existe, spécialement établi, pour tous les essais comparatifs et pour beaucoup d'autres ; il est aussi représenté de façon constante par les sujets de réserve nourris sur feuillage normal.

Il est évident que, dans les essais comparatifs, il est très important de mettre en parallèle des sujets comparables : pour les larves c'est une question de jours. Ainsi, par exemple, parmi 25 larves âgées de 2 jours, mises en observation sur feuillage frais le 14 mai 1923, 2 sont mortes le 18, 3 le 19, 5 le 20, 2 le 24, 1 le 26, 1 le 28, si bien que 11 seulement sont allées jusqu'à la métamorphose. Au contraire, sur 25 âgées de 8 jours, placées et surveillées de même façon à partir de la même date, il est mort seulement 1 le 15 et 1 le 17, de telle sorte que 23 ont formé des nymphes.

L'existence des adultes se prolongeant pendant des mois, la succession naturelle des morts est beaucoup plus lente, même sur des sujets qui ont passé l'hiver et qui sont déjà, par conséquent, d'un certain âge. Ainsi, sur 25 adultes hibernants, mis en observation le 17 avril 1923, 1 est mort le 28, 1 le 2 mai, 1 le 14 juin, 1 le 26, 2 le 30, 3 le 25 juillet, 1 le 4 août, 3 le 10, 2 le 13, 2 le 16, 1 le 18, 2 le 24. L'observation a duré jusqu'au 23 septembre, soit pendant 159 jours, durant lesquels il est mort 21 sujets sur 25. Cela paraît beaucoup, mais correspondrait à un bien faible pourcentage si on se limitait à la durée d'une expérience de contrôle insecticide.

Qualités physiques. — J'ai dit tout à l'heure que les qualités physiques des produits entraient pour une bonne part dans les résultats. Les arséniates des diverses marques, ou des diverses formules, sont en effet plus ou moins bien suspendus dans le liquide des pulvérisateurs, s'étalent et se fixent plus ou moins bien sur le feuillage, et ne se maintiennent pas également en présence du vent et surtout de la pluie.

Pour les juger, il faut examiner tout d'abord le précipité qu'ils forment dans l'eau, en se servant d'un verre conique, d'une éprouvette ou d'un flacon, constater sa légèreté ou sa lourdeur relative. Certain précipité, celui de G, par exemple, était encore en suspension le lendemain, tandis que d'autres, surtout ceux de produits exclus de nos essais, tombaient complètement au fond du vase en 1 ou 2 minutes.

Or il semble naturel que la légèreté des particules, la finesse du produit assure un étalement plus complet, une répartition plus uniforme à la surface du feuillage et une adhérence supérieure, de telle sorte que les diverses qualités physiques se trouvent solidaires les unes des autres.

A Bordeaux, les essais d'adhérence sont effectués non seulement sur feuillage de Pomme de terre, mais parfois également sur d'autres (en hiver

par exemple) et accessoirement sur des plaques de verre exposées aux intempéries.

Les remarques faites en cours de saison, sur Pomme de terre, témoignent de la variabilité des résultats ; elles ont montré que, des 6 formules considérées comme pouvant être avantageusement substituées à l'ancienne formule A, les meilleures, pour l'ensemble des qualités, furent G et D. D'après les échantillons essayés en mai 1927, E se montra, au point de vue physique, à peu près égal à G, tandis que B fut manifestement inférieur à tous les deux ; mais dans un nouvel essai fait en plein champ, le 23 juin, G fut bien supérieur à E. En juillet, ce même G fut surpassé par E et surtout par D qui, à ce moment, se montra le meilleur de la série. Le traitement ayant eu lieu le 19 juillet et la pluie étant tombée par grosses averses le 23, puis sans arrêt toute la journée le 29, les notes relevées au point de vue de l'adhérence, avant et après, sont les suivantes :

	20 juillet	25 juillet	30 juillet
	—	—	—
D	Très bien	Très bien	Bien
E	Assez bien	Assez bien	Assez bien
G	Assez bien	Assez bien	Médiocre

A l'examen du 8 août, aucun des trois produits ne marque plus sur le feuillage.

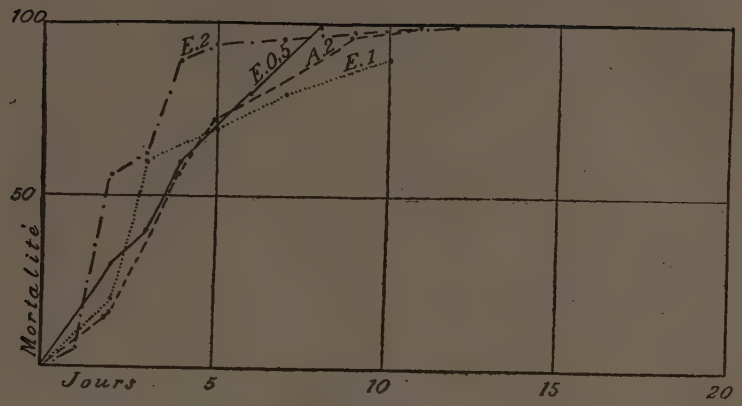
Dans un essai de juillet 1929, un arséniate commercial très voisin de D a été reconnu aussi comme adhérant mieux que C et que F, avec lesquels il se produisait d'ailleurs des grumeaux difficiles à suspendre.

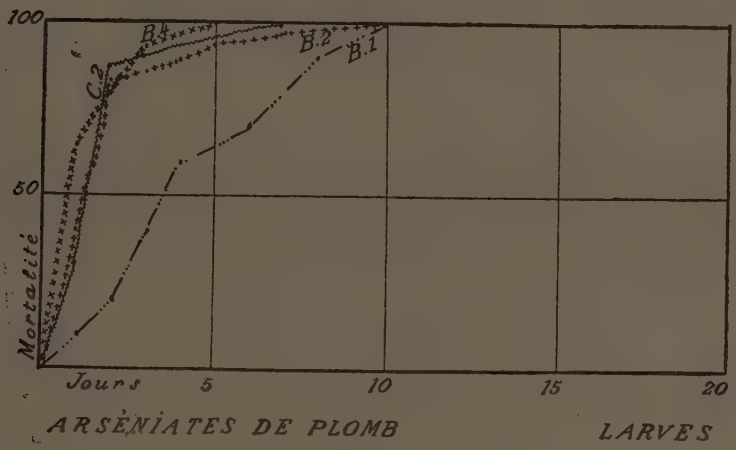
Sur verre, en décembre 1923, M. Bruneteau a comparé les arséniates B (à 2 et à 4 %), D (à 2 et à 4 %), et F (à 2 %). La première série d'observations concerne les pulvérisations faites le 1er décembre et exposées aussitôt à une pluie très abondante, qui dura toute la journée du lendemain. Voici les notes prises le 1er et le 3 :

	1er décembre	3 décembre
	—	—
B 2 %	Bien	Assez bien
B 4 %	Bien	Bien
D 2 %	Bien	Mal
D 4 %	Bien	Mal
F 2 %	Bien	Mal

Seul l'arséniate B a résisté convenablement à ce fort lavage presque immédiat.

Pour préciser, l'expérience est reprise le 10 décembre et suivie jus-





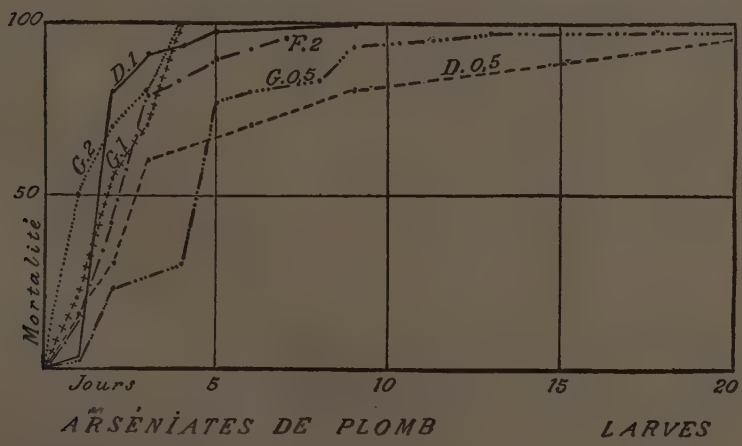


Fig. 4, 5 et 6. — Courbes d'efficacité des divers arséniates de plomb sur les larves de Doryphore.

qu'au 22. Il a plu le 15, le 16, le 17 et surtout du 20 au 22. On note :

	Mouillabilité	Adhérence			
		10 décembre	15 décembre	17 décembre	22 décembre
		—	—	—	—
B 2 %.....	Médiocre	Bien	Assez bien	Assez bien	Mal
B 4 %.....	Assez bien	Bien	Bien	Bien	Médiocre
D 2 %.....	Bien	Bien	Médiocre	Mal	
D 4 %.....	Très bien	Bien	Médiocre	Mal	
F 2 %.....	Médiocre	Assez bien	Quelques traces	Très médiocre	Mal

Au point de vue mouillabilité et étalement, l'ordre de valeur est D B F; au point de vue durée, cet ordre est modifié et devient B F D. D a mouillé mieux que les autres, s'est mieux étalé, mais il a été lavé plus vite et plus complètement, surtout à 1 %. Au bout de 8 jours, il n'en reste aucune trace apparente à l'œil, tandis que les plaques de verre traitées avec B à 1 % et surtout à 2 et 4 % présentent encore des marques très nettes de bouillie.

Ces divers exemples suffisent, me semble-t-il, à démontrer que. si la question des qualités physiques est toujours très importante, ces qualités ne sauraient être définies une fois pour toutes, au même titre que la teneur en As^2O^5, pour un produit commercial donné. L'examen d'une boîte de telle ou telle marque ne permet pas de conclure d'une façon définitive, parce que la fabrication industrielle est sujette à des variations, surtout d'une campagne à l'autre, et parce qu'il arrive aussi qu'on veuille écouler des reliquats plus ou moins altérés d'ancienne fabrication. On m'a montré, par exemple, en 1928, des livraisons très défectueuses d'un produit classé parmi les meilleurs.

Il faudrait donc que les commandes d'arséniates, surtout les grosses commandes, fussent faites non seulement sur la garantie d'une formule chimique, de la teneur en As^2O^5 en particulier, mais aussi sur la garantie d'une présentation physique, conforme à celle d'échantillons préalablement soumis l'année même. Ces échantillons, prélevés au moins en double, en flacons ou boîtes cachetés, feraient foi entre les mains d'experts en cas de contestation.

b) Arséniate de chaux

L'arséniate de plomb s'était montré excellent insecticide contre le Doryphore dans les conditions mises au point de 1922. Déjà cependant, cette année-là, nous envisagions l'emploi de l'arséniate de chaux, utilisé aux Etats-Unis et considéré comme presque équivalent.

Les arséniates de cette catégorie ayant donné lieu aux essais de bouillie qui font l'objet de ce chapitre sont au nombre de 4 : 2 en poudre et 2 en

pâte ; le premier est d'origine américaine, les 3 autres d'origine française.

Voici le résultat des analyses faites par M. Dufilho :

Types	Humidité	As^2O^5	CaO	Silicates insolubles
L	traces	22,26	15,46	58,2
M	60	18,3	20,7	
N	traces	41.16	46	12
P	58.10	16,40	19,60	5

Je rappelle que l'arséniate tricalcique pur contient 57,79 % d'As^2O^5 et 42,21 de Ca O.

ARSENIATE L

Les premiers essais de l'arséniate L ont eu lieu en 1922 ; je les mentionne ici puisqu'ils n'ont pas été rapportés dans mon premier mémoire.

1er et 2e essais. — Le 29 août, 25 adultes ont été isolés en présence de feuillage pulvérisé de bouillie à 2 %. 4 sont morts le 30 août, 8 le 31, 4 le 1er septembre, 1 le 2, 4 le 4, 2 le 5, 1 le 6.

Une expérience analogue, sur 25, montée le 7 septembre, donne 9 morts le 8, 4 le 9, 2 le 11, 4 le 12. Elle est arrêtée le 14.

3e essai. — 25 nouveaux adultes, mis en présence de nourriture ainsi traitée, mais à 0,5 %, le 14 septembre, ont succombé aux dates suivantes : 2 le 15, 8 le 16, 2 le 18, 1 le 22, 1 le 23, 1 le 25, 1 le 26, 3 le 30. Lorsque l'expérience est arrêtée, le 6 octobre, 6 demeurent vivants.

4e et 5e essais. — Le 15 mai 1923, à la dose de 2 %, une expérience est entreprise avec 25 adultes, 10 sont sur le dos le lendemain, dont 4 morts. 1 autre meurt le 17, 13 le 18, 1 le 19, 4 le 21, 1 le 23, 1 le 4 juin.

Sur 25 adultes placés dans les mêmes conditions le 14 juin, 13 sont jugés malades le 15, 12 sont trouvés morts le 16, 4 le 18, 4 le 19, 1 le 20, 4 le 22, ce qui revient à une mortalité totale en 8 jours.

6e et 7e essais. — Une expérience sur des larves de 3 à 10 jours, mises sur feuillage traité à 2 % le 29 août, donne 2 morts le 31, 2 le 2 septembre et 6 le 4.

Une autre, montée le 5 septembre avec 10 larves, donne 3 morts le 6, 3 le 7 et 4 le 11.

Notons tout de suite que cet arséniate s'est montré particulièrement actif vis-à-vis des adultes. A 2 %, sur 100 sujets, il en a fait périr 17 le premier jour, 25 le deuxième, 17 le troisième, 8 le quatrième, 8 le cinquième, 9 le sixième, 2 le septième, 5 le huitième, soit 91 en 8 jours. On pourrait se demander si la présence d'une grande quantité de talc n'a pas rendu l'aliment plus appétissant pour les adultes et ne leur en a pas fait absorber davantage.

Quant aux larves, les essais, qui ont été peu nombreux, font ressortir la disparition totale en 6 jours. Il y eut en 1923 des essais en plein champ, sur les

foyers de la Lande du Taillan, et là, sans faire de comptages aussi précis, il a été possible de constater la grande mortalité frappant à la fois les adultes et les larves.

Comme il s'agit d'un produit étranger et en poudre, la préférence, pour les applications en grand, fut donnée à un arséniate en pâte d'origine française. le produit M.

ARSENIATE M

Dès l'année 1923, nous disposions en effet d'un arséniate en pâte très bien toléré par le feuillage et que nous avons pu employer même à 5 % sans aucun effet de brûlure.

1er et 2e essais. — Cet arséniate, à 5 %, sur feuillage offert ensuite à 25 adultes, à partir du 15 mai 1923, a donné 13 morts le 18, 1 le 19, 6 le 21, 1 le 25, 1 le 26, 2 le 30 mai, 1 le 5 juin.

Appliqué de nouveau à 5 %, le 27 juin, avec 25 adultes, il donne 12 morts le 29, 3 le 30 juin, 1 le 4 juillet, 1 le 6, 2 le 7, 1 le 13 juillet ; les autres meurent beaucoup plus tard : 1 le 7 août, 1 le 8, et 3 le 20 août.

3e, 4e et 5e essais. — 25 adultes, nourris sur du feuillage traité à 5 p. 1000 à partir du 14 juin, donnent 4 morts le 16, 1 le 18, 4 le 19, 1 le 20, 4 le 22, 3 le 23, 1 le 25, 2 le 26, 1 le 30 juin, 1 le 3 juillet, 1 le 4, 1 le 20 juillet, 1 le 1er août.

Une expérience analogue débute le 27 juin, avec 25 adultes : 1 est trouvé mort le 30, 14 le 3 juillet, 2 le 4, 2 le 5, 3 le 7, 1 le 10, 1 le 16 et 1 le 11 août.

Une autre expérience débute le 17 août avec 25 adultes : 11 sont morts le 20, 1 le 22, 3 le 23, 3 le 24, 2 le 25, 1 le 1er septembre, 1 le 3. L'expérience est arrêtée le 18 septembre.

6e et 7e esais. — Sur 10 larves âgées de 3 à 10 jours, placées le 29 août sur feuillage traité avec bouillie à 5 p. 1000, 1 est morte le 30, 1 le 31, 5 le 2 septembre, et 3 le 3.

Sur 10 autres placées le 5 septembre, 3 sont mortes le 7 et 7 le 11.

8e et 9e essais. — Les deux expériences qui suivent ont été effectuées après un traitement à 5 p. 1000 appliqué le 13 juillet 1926.

Sur 10 larves, 6 sont trouvées mortes le 17 et 4 le 20.

Sur 10 adultes mis dans les mêmes conditions le 15 juillet, 2 sont morts dans les 48 heures, 4 du deuxième au sixième jour, 3 autres du sixième au douzième, moment où il reste encore un vivant.

Dans une observation entreprise le 10 août 1926, à même dose, avec 10 adultes, on a 2 morts le 12, 4 le 16, 3 le 23 août, jour où l'expérience prend fin.

En 1927, voici toute une série d'applications effectuées en prenant comme aliment du feuillage traité une fois pour toutes, le 19 juillet, avec la dose de 1 %.

10e essai. — Sur 20 adultes installés le 19 juillet, on compte 1 mort le 21, 2 le 23, 2 le 25, 1 le 26, 1 le 28, 2 le 8 août. L'expérience est arrêtée le 17 août : il reste 11 vivants.

Des 20 larves jeunes et moyennes placées le même jour, 5 sont trouvées mortes le 20 juillet, 7 le 21, les 8 dernières le 23 juillet.

Sur 20 larves installées le 23 juillet, on relève 7 mortes le 25, 10 le 26, 3 le 28 juillet.

Parmi 10 autres mises le 26 juillet, 3 sont mortes le 28, 5 le 30 juillet, 1 le 3 août, 1 le 17 seulement.

Enfin, sur 10 larves placées le 30 juillet, on compte 3 mortes le 3 août, 2 le 8, 3 le 9, 2 le 11.

On note un ralentissement assez net de l'action insecticide sur ces derniers

lots. Mais il ne faut pas s'en étonner, puisque tout cela porte sur du feuillage traité une seule fois au début de la série et prélevé au fur et à mesure des besoins.

11e essai. — Une expérience analogue est faite en 1928 avec la même dose de 1%. On pulvérise en plein champ, le 25 juin, des pieds sur lesquels on prend ensuite des rameaux suivant les besoins. 10 adultes sont mis sur ce feuillage le 26 juin à 17 heures. Le lendemain, 4 seulement y sont restés, un des autres paraît malade. On relève le 28 juin 2 morts, 3 le 29, 1 le 3 juillet, 2 le 6. L'expérience est arrêtée le 7 juillet.

Sur 10 larves mise en même temps, 3 sont mortes le 28 juin, les 7 autres le 29.

L'arséniate qui fait l'objet de ces diverses expériences y figure à 3 doses : 0,5 %, 1 %, 5 %. Il a donné sur les Doryphores adultes des résultats moins favorables, moins rapides surtout que le précédent, sauf avec la bouillie à 5 %, qui n'a cependant pas égalé à ce point de vue la bouillie à 2 % de L, moins riche de moitié en As^2O^5 ; son action sur les larves a été tout aussi bonne dans l'ensemble, à dose relativement moindre d'As^2O^5.

Je note même que, à 5 p. 1000, le produit adhère bien et marque suffisamment pour un œil attentif et que, même à 5 %, il est toujours supporté par le feuillage. Cette bonne tenue physique habituelle n'empêche pas qu'il y ait eu en 1927 des livraisons fort défectueuses correspondant sans doute à l'écoulement commercial d'une réserve de fabrication ancienne.

En terminant l'exposé des recherches concernant cet arséniate, je rappelle que, pour lui comme pour tous les autres, il s'agit d'insectes mis en présence de feuillage une fois traité.

L'expérience ci-dessous, faite en août 1925 par M. Bruneteau, met au contraire en jeu l'action plus directe de la bouillie à 0,5 et à 1 % sur des larves de divers âges traitées en même temps que la feuille porteuse.

Dose 0,5 %				Dose 1 %			
Nombre	Age	Temps	Mortes	Nombre	Age	Temps	Mortes
8	1 jour	48 heures	8	10	2 jours	30 heures	10
10	2 —	24 —	10	10	2 —	28 —	10
5	3 —	24 —	4	10	5 —	8 —	10
10	4 —	16 —	10	10	8 —	30 —	10
10	6 —	30 —	10	10	8 —	24 —	10
10	7 —	10 —	10	6	14 —	24 —	2
10	10 —	24 —	10	8	15 —	24 —	7
6	13 —	48 —	2				

Des larves survivantes de la dernière expérience à 0,5 %, 3 sont mortes le troisième jour et 1 le quatrième.

Les 4 survivantes de l'avant-dernière expérience à 1 % sont mortes le troisième jour.

Cela représente de très bons résultats pour l'une et l'autre doses ; la conclusion serait de même ordre pour les autres bouillies. L'action directe intervenant en partie lorsqu'on traite les pieds de pommes de terre garnis de larves, le résultat définitif en plein champ ne peut être qu'amélioré par rapport à celui du laboratoire, où nous évitons à dessein le traitement direct.

ARSENIATE N

La formule d'arséniate N était en 1925 une formule d'étude qui a subi quelques modifications quantitatives au point de vue de la teneur en As^2O^5. L'analyse correspond à un échantillon de l'année 1926 ; il est possible que celui de 1925, qui n'a pas été conservé, fût plus riche en arsenic, si l'on en juge par le premier résultat que voici :

1er essai. — Le 10 septembre 1925, des essais sont effectués avec 3 lots de larves comprenant 10, 8 et 10 sujets d'âge connu (7 jours pour le premier lot, 8 jours pour le second, 10 à 13 pour le troisième). Le nombre des morts relevées au bout de 24 heures, en présence de feuillage traité par une bouillie à 0,5 % d'arséniate de chaux N, est de 9 pour le premier cas, 8 pour le second, 6 pour le troisième. Dans ce dernier lot, une larve, ayant très vite cessé de manger, résiste 10 jours avant de succomber.

2e essai. — Cet arséniate de chaux fut employé le 15 juillet 1926, à la dose réduite de 0,25 %. Sur 20 larves, 7 sont mortes le 17, et les autres du 17 au 20.

3e essai. — A la dose de 0,375 % (équivalente à 1 % environ du produit M), après pulvérisation faite le 19 juillet 1927, il n'a fait mourir que 3 adultes sur 10 le 23 juillet, puis plus aucun jusqu'à la fin (17 août).

Sur 10 larves mises à la même date, 5 sont mortes le premier jour, les 5 autres le second.

Sur 10 placées le 23 juillet, on trouve 9 mortes le 25 et la dernière le 26.

Sur 10 mises le 26, 7 sont mortes le 28 et 3 le 30.

Enfin, sur les 10 dernières installées le 30 juillet, on enlève 6 cadavres le 1er août, 3 le 3 et 1 le 8.

Le ralentissement de l'effet insecticide existe entre les différents lots mis successivement en jeu depuis le traitement unique du 19 juillet ; il semble cependant moins marqué que dans le cas de l'arséniate M.

4e essai. — En 1927, une autre expérience a lieu avec la dose de 5 p. 1000 et une adjonction de 5 % de lait écrémé ; la pulvérisation est effectuée sur un pied de pomme de terre en plein champ, le 23 juillet. Du feuillage est prélevé pour servir d'aliment à 10 larves et 10 adultes.

Les morts s'échelonnent comme suit : pour les adultes, 5 le 25 juillet, 1 le 28, 1 le 30, 1 le 1er août, 1 le 3 août ; pour les larves, 8 le 25 juillet, 1 le 26, 1 le 3 août.

5e essai. — Un traitement du feuillage ayant été effectué le 6 août 1930 avec la dose élevée de 1 %, 5 Doryphores adultes nourris avec cet aliment ont succombé dans le délai d'une semaine : 3 dans la nuit du 7 au 8, 1 le 10 et 1 le 13.

Les résultats généraux donnés par cet arséniate N sont donc, d'une façon générale, excellents, ils dépassent même, vis-à-vis des larves, ceux des deux produits précédents. L'action sur les adultes est bien moindre, mais intéressante. Nous verrons que les qualités physiques relevées en 1927 étaient bonnes.

ARSENIATE P

Il s'agit ici d'une pâte qui a sensiblement la composition chimique de la poudre N, avec addition de 60 % d'eau environ. Elle a donné dans les diverses expériences, ainsi que dans les remarques sur les traitements en plein champ, des résultats tout à fait analogues. Voici, par exemple, des essais effectués en 1928 :

Sur 10 adultes placés le 26 juin sur feuillage traité à 1 %, il y a 3 morts le 28, 2 le 29, 3 le 3 juillet, 1 le 4 ; sur 10 larves mises le 26 juin, 3 mortes le 28, 7 le 29.

Parmi 10 adultes soumis à pareil régime le 10 juillet, on note : 4 morts le 15, 1 le 17, 2 le 18, 2 le 21, 1 le 25 ; sur 10 larves, 2 mortes le 11, 4 le 12, 3 le 13, 1 le 15.

Pour une même dose d'As^2O^5, les résultats des pulvérisations ont toujours été comparables, qu'il s'agisse de la formule N ou de la formule P ; elles offrent l'une et l'autre des qualités insecticides et des qualités physiques qui les classent parmi nos meilleurs arséniates de chaux.

CONSIDERATIONS GENERALES SUR LES ARSENIATES DE CHAUX

L'arséniate tricalcique peut fort bien remplacer les arséniates de plomb dans la lutte contre le Doryphore. Son action insecticide est tout aussi élevée. Il semble même que, d'une façon générale, elle ait été meilleure vis-à-vis des adultes ; cette supériorité a été plus nette avec l'arséniate L.

Les essais comparatifs établis entre arséniates de plomb et arséniates de chaux sont très probants. Voici, par exemple, celui de juillet 1926. Il s'agit de l'arséniate de plomb G à 0,25 et 0,5 % (0,046 et 0,092 d'As^2O^5) et des arséniates de chaux M à 0,5 % (0,091) et N à 0,25 et 0,5 % (0,102 et 0,205).

Type	Dose	Adultes				Larves		
		Total	Morts au bout de			Total	Mortes au bout de	
			2 jours	5 jours	12 jours		2 jours	5 jours
G	0,25 %					10	2	10
G	0,5 %	10	0	6	4	10	4	10
M	0,5 %	10	2	3	9	10	6	10
N	0,25 %					10	3	10
N	0,5 %					10	4	10

Bien qu'il ne s'agisse que de petits lots d'insectes, on voit que les larves ont été aussi bien tuées dans toute la série et que les adultes l'ont été davantage avec l'arséniate de chaux, à même dose d'As^2O^5.

Voici les résultats de l'essai comparatif du 23 juin 1927. Il s'agit d'une expérience comparative en plein champ, faite sur le foyer des Docks de Bordeaux, par MM. Meilhan et Ramadier. Les quatre produits employés sont : 2 arséniates de plomb, E à 2 % (0,168 d'As^2O^5) et G à 1 % (0,185) et deux arséniates de chaux, M à 1 % (0,183) et N à 0,40 % (0,165). Les dosages ont été calculés pour correspondre à une teneur à peu près égale d'As^2O^5 (1,65 à 1,85 par litre).

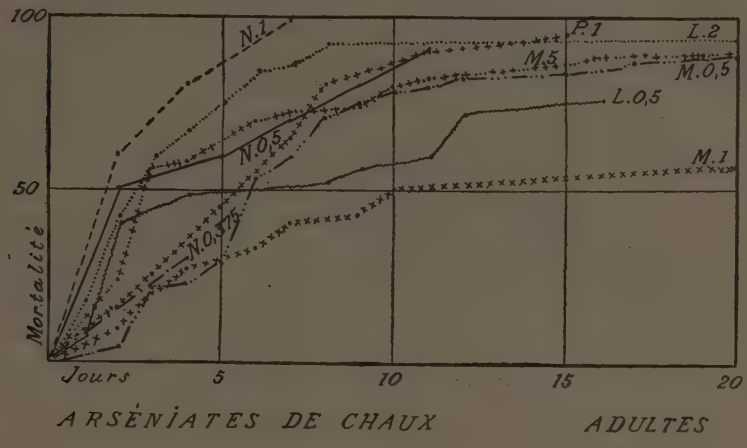
Le mode opératoire est le suivant : dans ce champ, malheureusement négligé, où les Doryphores abondent, plusieurs pieds sont traités avec chacune des formules, mais préparés de façon toute spéciale : ils sont soigneusement débarrassés des larves qu'ils supportent. La terre tout autour est aplanie et les herbes y sont enlevées. En outre les pieds les plus proches sont libérés aussi de leurs larves, en vue d'éviter des confusions. Les témoins ne manquent pas.

Chacun des quatre pieds ainsi préparés reçoit 50 larves de moyenne grosseur après qu'on a effectué le traitement. Le pied n° 1 est traité avec E, le n° 2 avec G., le n° 3 avec M, le n° 4 avec N.

Le surlendemain, il reste encore au total 35 larves bien vivantes sur chacun des pieds 1 et 3 ; on en trouve 5 mortes ou malades au-dessous du 1er et 6 au-dessous du 3e. Au contraire, sur le pied 2, il ne reste que 7 larves vivantes, sur le pied 4 il n'y en a que 5, tandis que dessous il y en a un grand nombre ; on en compte 24 et 21 mortes ou malades.

Il est, bien entendu, impossible de retrouver, pour chacun des essais, les 50 larves qu'on a placées au début. Quelques-unes auraient-elles émigré,

chassées par la bouillie ? C'est peu probable, car les pommes de terre qui avaient été débarrassées de leurs larves tout autour n'en ont toujours aucune.



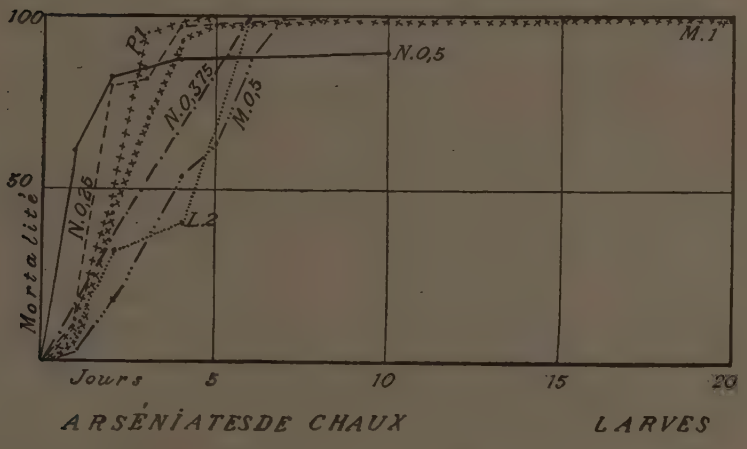


Fig. 7 et 8. — Courbes d'efficacité des divers arséniates de chaux sur les Doryphores.

Il est plus probable qu'elles sont mortes et qu'on n'a pu retrouver leurs cadavres parmi les petites mottes de terre.

Deux jours après cette première visite, soit le 27 juin, il reste encore 25 et 26 larves sur le feuillage des pieds 1 et 3, tandis qu'il n'en reste plus que 2 sur le second et plus aucune sur le quatrième, au-dessous desquels on peut ramasser de très nombreux cadavres. Enfin, le 2 juillet, il n'y a plus de larves sur les n° 2 et 4 ; il y en a encore 3 sur le n° 1 et 2 sur le n° 3 ;

en outre, à la base de ces deux pieds-là (1 et 3), on voit des larves entrer en terre pour la nymphose.

Cet essai en plein champ, qui ne comporte pas les mêmes précisions de chiffres que les essais en cages, montre que s'il y a eu des différences très nettes, d'une part entre E et G, d'autre part entre M et N, la comparaison des deux premiers avec les deux autres témoigne d'une action à peu près égale. Les résultats furent excellents, aussi bien avec l'arséniate de plomb G qu'avec l'arséniate de chaux N, pour une dose sensiblement pareille d'As^2O^5.

Il semble se confirmer ici non seulement l'égalité d'action contre le Doryphore entre les bons arséniates de chaux et de plomb, mais aussi la meilleure action relative des produits commerciaux qui offrent la meilleure tenue physique. Je note en effet que l'arséniate M a été cette année-là livré en moins bonne forme que précédemment et que par la suite.

D'ailleurs, la comparaison faite, dès 1923 entre L et M et dès 1925 entre L, M et N, quant à la suspension et à l'adhérence, était en faveur des deux poudres par rapport à la pâte.

En décembre 1923, des applications de L à 0,5 % et de M à 1 % sur verre avaient témoigné d'une adhérence bonne pour le premier et médiocre pour le second.

En 1925, nous avons fait trois bouillies légères en prenant, pour chacun des produits, une dose correspondante d'As^2O^5 ; cela faisait, par litre d'eau : 1 gr. 98 de poudre L, 2,55 de pâte M. 1 de poudre N. La suspension dans l'eau fut obtenue immédiatement pour L et pour N, plus difficilement pour M. Après complète suspension, les produits ont mis à se déposer : L, 7 à 9 minutes ; M, 8 à 9 minutes ; N, 14 à 15 minutes. Quant à l'adhérence, elle fut nettement meilleure pour L que pour les deux autres.

En juin 1927, les échantillons de M et de N, comparés au même point de vue, donnèrent un résultat analogue : le dépôt de M au fond du flacon fut beaucoup plus rapide (4 à 6 minutes) que celui de N (13 à 15) et la trace du premier sur le feuillage était à peine visible au bout de deux jours, tandis que, avec le second, elle paraissait nettement pendant une semaine.

Confirmation en fut donnée à la suite des traitements parallèles effectués en plein champ un mois plus tard, le 19 juillet 1927. L'adhérence de N fut notée comme bonne (meilleure que celle de l'arséniate de plomb G), tandis que celle de M était jugée médiocre : malgré les pluies du 23 et du 29 juillet, N marquait encore assez bien le 30, tandis qu'il était difficile de retrouver quelques traces de M.

Je dois noter ici que, d'après maintes observations faites dans les cultures, la durée d'action des arséniates de chaux est influencée par les intempéries plus que celle des arséniates de plomb. Ceux-ci adhèrent plus vite au feuillage et tiennent mieux contre la pluie, qui les lave moins vite

et moins complètement. Aussi les arséniates de plomb, égalés par les autres au point de vue insecticide et désavantagés au point de vue prix, gardent cependant une supériorité parce qu'ils offrent plus de garantie dans les saisons ou les périodes pluvieuses.

c) Arséniate de magnésie

A côté de l'arséniate de chaux, nous avons, à partir de 1927, essayé l'arséniate de magnésie ; deux produits, l'un en poudre et l'autre en pâte, ont été préparés dans ce but par M. Dufilho.

Ces produits répondent aux caractéristiques suivantes :

Type	Humidité	As^2O^5	Mg O
V	90	5,1	3,3
X	traces	51	33

Pour l'arséniate de Magnésie pur, on aurait 65,72 d'As^2O^5 pour 34,28 de Magnésie Mg O.

Ces essais ont débuté le 19 juillet 1927. Pour me rapprocher le plus possible du pourcentage en As^2O^5 donné dans les bouillies par les autres arsenicaux, j'ai fait employer la poudre à 0,3 % et la pâte à 3 %. ce qui revient à 0,153 % d'As^2O^5.

La bouillie obtenue dans le premier cas offre une bonne adhérence ; appliquée le 19, elle marque encore assez bien le 29 juillet, jour de grande pluie, mais peu le 30 et les jours suivants ; la bouillie faite avec la pâte marque au contraire nettement le 30, malgré l'action de la pluie.

Le feuillage mis à la disposition des insectes provient de pieds traités en plein champ, une seule fois. 10 larves et 10 adultes ont été mis aussitôt sur le feuillage traité à chacune des deux formules, mais l'expérience a été renouvelée à deux reprises pour les larves.

1er essai. — Des 10 adultes placés le 19 juillet sur feuillage traité avec la bouillie à base de poudre, 1 est trouvé mort le 20, 3 le 21, 2 le 23, les autres sont encore vivants le 15 août.

Les larves sont toutes empoisonnées dans les 48 heures : 4 mortes le 20 et 6 le 21.

Sur 10 nouvelles mises en remplacement le 23, 9 sont trouvées mortes le 25 et une le 28.

Sur 10 autres installées le 30, 7 sont déjà mortes le 1er et les 3 dernières le 3 août.

2e essai. — Parmi 10 adultes soumis le 19 juillet à une expérience parallèle à la première, sur feuillage traité par la bouillie à base de pâte, 4 sont trouvés morts le 21, et 2 le 23 juillet.

Le sort de 10 larves placées le 19 juillet sur ce feuillage est sensiblement le

même que celui des larves du 2e essai : toutes sont mortes dans les 48 heures, 6 le 20, 4 le 21 juillet.

Des 10 qui les remplacent le 23 juillet, 7 sont trouvées mortes le 25, 2 le 26, 1 le 28.

Enfin, parmi les 10 installées le 30 juillet, 9 sont mortes le 1er août et la dernière le 3.

L'action de l'arséniate de magnésie, à une dose représentant à peu près 0,15 % d'As^2O^5, apparaît donc aussi grande que celle des meilleurs arséniates de plomb ou de chaux.

En 1928, on a essayé de nouveau le produit en pâte, en cherchant à l'employer à dose réduite, 1 %. Comme dans les 4 essais précédents, la pulvérisation fut effectuée une fois pour toutes, le 20 juin, sur des pieds de pommes de terre en plein champ dont on a prélevé ensuite des rameaux pour la nourriture des sujets en expérience.

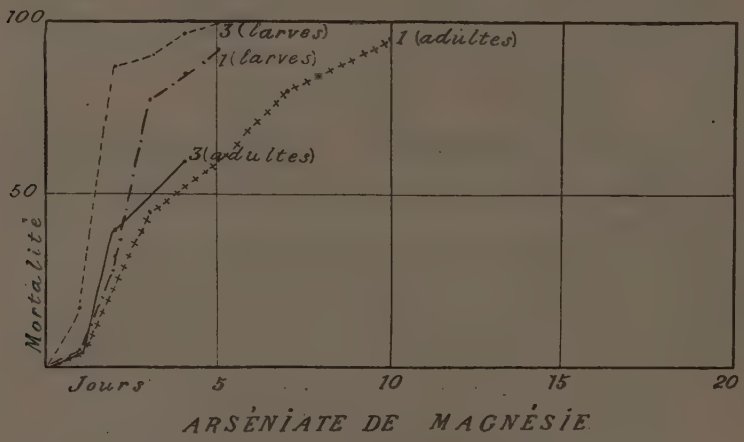


Fig. 9. — Courbes d'efficacité de l'arséniate de magnésie sur les Doryphores.

3e essai. — Sur 10 adultes mis à ce régime le 20 juin, plusieurs paraissent malades dès le lendemain, 6 sont trouvés morts le 23, 3 le 25. Sur 10 larves placées en même temps, il y a 4 mortes le 23, 3 le 25 ; l'expérience est arrêtée le 26, les 3 autres larves étant prêtes à se nymphoser et n'ayant sans doute pas touché au poison.

4e essai. — Le 26 juin, deux lots nouveaux de 10 adultes et 10 larves sont mis en remplacement des précédents sur feuillage traité le 20. On compte, pour les adultes, 1 mort le 27, 2 le 29, 4 le 3 juillet, 3 le 6 ; pour les larves, 3 mortes le 27, 3 le 28 et 4 le 29 juin.

Les essais comparatifs des 19-30 juillet 1927 ont mis en parallèle, avec 3 arséniates de plomb et 2 arséniates de chaux, les 2 arséniates de magnésie, qui ne diffèrent du reste que par l'humidité de la forme pâte et qui, coïnci-

dence remarquable, ont donné exactement les mêmes chiffres de mortalité. En tenant compte de l'ensemble, nous avons les chiffres suivants :

Type	Dose	Dose As^2O^5	Adultes						Larves						
			Total	Morts au bout de :				Survivants au 30me jour	Total	Mortes au bout de :					Survivantes au 30me jour
				5 jours	10 jours	20 jours	30 jours			2 jours	5 jours	8 jours	11 jours	15 jours	
D	1 %	0,16	10	1	2	2	2	8	20	18	19	19	20		
E	2 %	0,168	10	0	2	2	2	8	40	23	38	38	39	40	
G	1 %	0,18	10	1	4	5	5	5	20	6	16	16	19	19	1
M	1 %	0,18	20	3	7	9	9	11	60	22	51	52	57	59	1
N	0,375 %	0,16	10	3	3	3	3	7	40	32	39	39	40		
V	3 %	0,15	10	6	6	6	6	4	30	26	30				
X	0,3 %	0,15	10	6	6	6	6	4	30	26	30				
Témoin			20	0	0	0	1	19	20	0	0	1	2	2	18

Sans revenir sur le détail des essais élémentaires, nous voyons ressortir de ce tableau que les arséniates de chaux et les arséniates de plomb ont été à peu près équivalents et que l'arséniate de magnésie leur a été nettement supérieur vis-à-vis des larves, et ce à dose à peu près équivalente d'As^2O^5. Cette supériorité des chiffres de mortalité totale tient en grande partie à ce que les larves placées le 23 et le 30 juillet sur feuilllage traité le 19 ont succombé aussi vite que les premières (voir 1er essai), tandis qu'avec les arséniates de plomb et de chaux, sauf le D, la diminution d'efficacité a été très nette pour les applications du 30 et a réduit les totaux envisagés.

Il faut donc en conclure que l'arséniate de magnésie, sous les formes que nous avons essayées, offrait d'excellentes qualités physiques. Les notes données à ce point de vue sont, pour la pâte V, égales à celle de la pâte D, soit « très bien » le 20 juillet, « bien » le 25 après les pluies du 23, « bien » encore le 30 après la pluie ininterrompue du 29. La bouillie à base de poudre X avait laissé beaucoup moins de traces, ce qui ne l'a pas empêchée d'agir pareillement sur les Doryphores.

L'essai du 26 juin 1928 oppose encore à l'arséniate de magnésie 2 types d'arséniates de plomb et 2 d'arséniates de chaux. Les adultes ont été spécialement choisis parmi les jeunes sujets venant de se former à partir des nymphes de la première génération, sujets par conséquent plus affamés et peut-être aussi plus sensibles au poison. Les chiffres sont les suivants :

Type	Dose	Dose As^2O^5	Adultes				Larves				
			Total	morts au bout de		Survivants le 10e jour	Total	mortes au bout de			Survivantes le 10e jour
				5 j.	10 j.			2 j.	5 j.	8 j.	
C	1 %	0,163	30	1	26	4	30	20	28	30	
F	1,5 %	0,208	10	5	10		10	7	8	10	
M	1 %	0,180	10	5	8	2	10	3	10		
P	1 %	0,164	10	5	9	1	10	3	10		
V	1 %	0,051	10	3	10		10	6	10		
Témoin			10	0	0	10	10	0	0	1	9

En dehors de la mortalité relativement élevée subie par tous les lots de jeunes ailés, nous constatons encore l'excellente position de l'arséniate de magnésie par rapport aux autres et son efficacité équivalente à celle de l'arséniate de chaux, malgré la teneur 3 fois plus réduite de la bouillie V en As^2O^5.

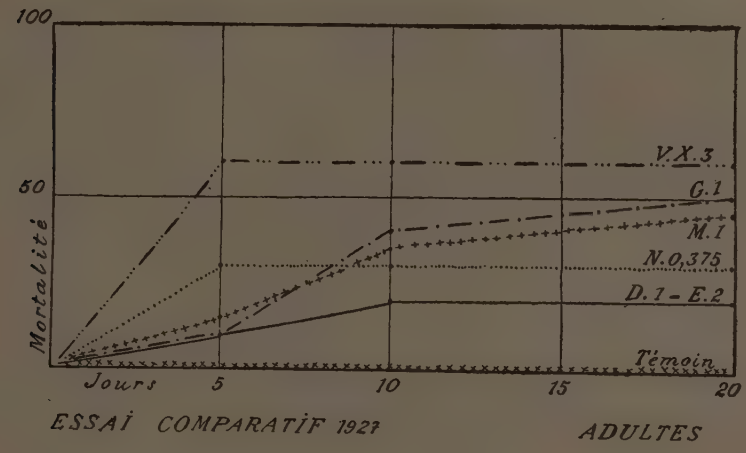
Il en sera de même dans l'essai comparatif du 5 juillet 1929 qui vise uniquement des larves. Il a ceci de particulier que la pulvérisation a été faite en plein champ le 3 juillet, 48 heures avant la première installation des sujets et qu'il a plu fortement dans l'intervalle, ce qui entraîne forcément une diminution générale de l'efficacité. M. Meilhan y a mis en parallèle 3 arséniates de plomb et le même arséniate de magnésie, c'est-à-dire les formules C, D, F, V, utilisées, il est vrai, à dose variable d'As^2O^5, comme en 1928.

Type	Dose	Dose en As^2O^5	Total	3e jour	5e jour	7e jour	Vivantes après 8 j.
C	1 %	0,163	40	19	29	32	8
D	1 %	0,158	40	33	33	37	3
F	1,5 %	0,208	40	34	34	37	3
V	1 %	0,051	40	32	37	38	2

La nouvelle comparaison reste toute en faveur de V. Cette fois cependant sa tenue physique était en apparence moins bonne que celle des

3 autres, surtout de D, qui marquait encore nettement sur le feuillage au bout de 15 jours.

Mais, d'une façon générale, je puis dire qu'avec la pâte V, préparée pour nos expériences par M. Dufilho, nous avons noté un délayage facile



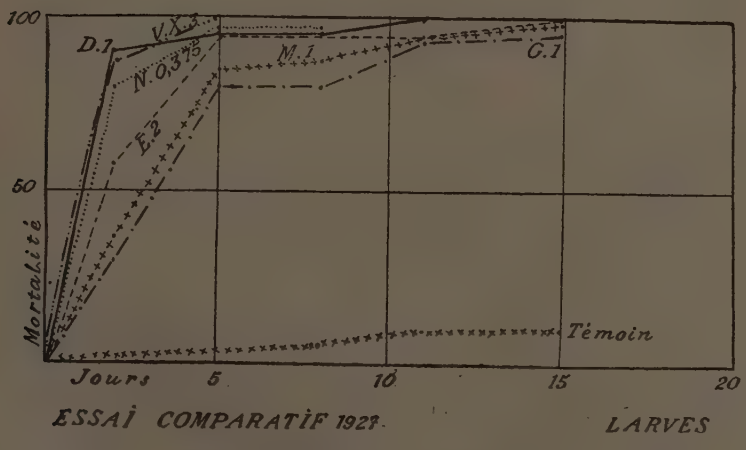


Fig. 10 et 11. — Comparaison des courbes d'efficacité de divers arséniates.

sans résidu, une suspension aussi durable que celle des meilleures parmi les autres pâtes et une durée d'action au moins égale. Ces remarques, s'ajoutant à celles qui ont trait à l'efficacité même, font bien augurer de l'emploi ultérieur des arséniates de magnésie.

Je dois ajouter qu'aucun des arséniates de plomb, de chaux ou de magnésie dont il est ici question n'a provoqué de brûlures sur le feuillage de nos pieds de Pomme de terre.

d) Composés arsenicaux du cuivre

Les ravages du mildiou, autre parasite redoutable de la Pomme de terre, rendaient intéressante, dès l'origine, l'utilisation de l'élément cuivre. Aussi avions-nous pensé tout d'abord à la formule habituelle des Américains : la bouillie bordelaise additionnée d'arséniate de plomb. Mais un

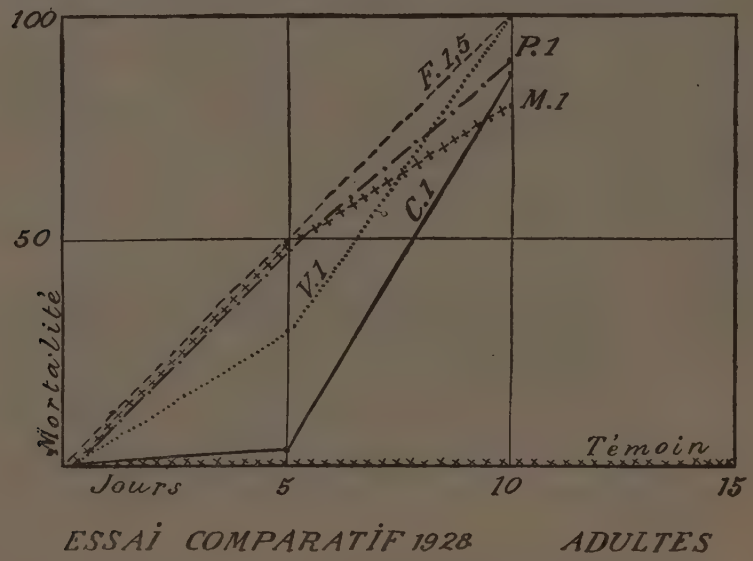


Fig. 12. — Comparaison de divers arséniates.

inconvénient grave se faisait aussitôt sentir : la bouillie mixte produisait un effet nettement insectifuge, plus marqué que celui de la bouillie simple, d'autant plus qu'avec l'arséniate triplombique d'alors l'effet insecticide était plus lent.

Bref, il nous a semblé prudent de ne pas faire ajouter de bouillie cuprique aux arsenicaux pour les pulvérisations effectuées en pleins foyers actifs, surtout isolés, tandis qu'il était rationnel de le faire à titre préventif sur les champs simplement menacés.

Malgré cette réserve, faite tout au début, nous avons donné une place

aux composés arsenicaux du cuivre dans les essais de laboratoire et de plein champ.

L'arsénite de cuivre fut expérimenté en 1922 sur des Doryphores adultes, dans des cages d'observation, sans tenir compte tout d'abord de la susceptibilité du feuillage, qui serait malheureusement un obstacle sérieux à son emploi.

Une première expérience fut mise en train le 28 août avec un arsénite de cuivre commercial, pulvérisé à la dose de 2 %. Sur 25 adultes alimentés exclusivement avec du feuillage traité de la sorte, il en est mort 1 le 30 août (par accident), 1 le 2 septembre, 5 le 4, 1 le 7, 1 le 11, 2 le 13, et l'expérience fut renouvelée.

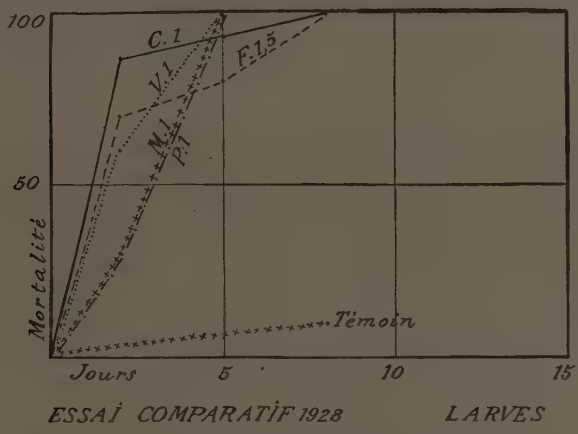


Fig. 13. — Comparaison de divers arséniates.

Le 14 septembre, 25 sujets étaient mis en présence de feuillage traité avec le même produit, mais à la dose de 2 p. 1000 ; 1 est mort le 21, 1 le 26, 1 le 30, 1 le 4 octobre et l'expérience a été arrêtée le 6, alors qu'il restait 20 sujets vivants.

L'arséniate de cuivre, utilisé à 2 % dans une expérience débutant le 13 septembre avec 25 adultes, a donné 4 morts le 14, 1 le 15, 2 le 16, 2 le 19,

Avec l'*acéto-arsénite de cuivre*, qui est fort en honneur en Amérique, les résultats furent plus intéressants. Il a donné lieu à toute une série d'applications de contrôle.

1er et 2e essais. — Sur 25 adultes mis, le 29 août 1922, en présence de nourriture traitée à la forte dose de 1 %, 2 ont été trouvés morts le 31, 4 le 1er septembre, 5 le 2, 2 le 4, 3 le 5.

Sur 25 autres placés dans les mêmes conditions, le 7 septembre, 8 cadavres ont été relevés le 8, 5 le 9, 4 le 11.

3e *essai.* — Le 14 septembre, une expérience analogue, sur 25 adultes, était montée avec la dose de 5 p. 1000 ; l'action fut également rapide : 1 mort le 16. 5 le 18, 3 le 19, 2 le 22, 2 le 23, 1 le 26, 1 le 30. Il restait 10 vivants le 6 octobre.

4e *essai.* — Cependant, avec un vert de Schweinfurt commercial utilisé le 14 septembre, par comparaison, à la dose de 1 %, les morts furent moins brutales : 1 le 16, 2 le 18, 1 le 23, 1 le 25, 1 le 26, 1 le 30, et il restait 18 sujets vivants le 6 octobre.

Dans ces diverses expériences, le feuillage des pieds de pomme de terre a été fortement brûlé. Les 4 suivantes, faites en 1923 et 1930, ont eu lieu à dose réduite.

6e *essai.* — Le 9 mai 1923, 25 Doryphores adultes sont placés sur feuillage traité préalablement à la dose de 2 p. 1000, qui provoque des brûlures. Le 11, on compte 7 morts, puis 4 le 12, 7 le 14, 2 le 16, 2 le 19, 3 le 21.

7e *essai.* — Le 23 mai 1923, 25 autres sont placés sur du feuillage traité à 1 p. 1000, qui présentera quelques traces de brûlures. 3 sont trouvés morts le 25, 6 le 28, 1 le 30, 2 le 1er juin, 1 le 4, 2 le 5, 1 le 7, 4 le 12 ; les autres ne meurent que bien plus tard, 1 le 20 juin, 1 le 27, 1 le 3 juillet, 1 le 6, 1 le 18.

8e *essai.* — Pour éviter la brûlure du feuillage, l'essai du 17 août est fait à 1,2 p. 1000 d'acéto-arsénite de cuivre, mais avec addition d'une quantité égale de chaux. Des 25 adultes placés immédiatement sur milieu ainsi traité, 2 sont morts le 18, 3 le 22, 1 le 23, 3 le 24, 1 le 25, 3 le 29, 1 le 30, 1 le 1er septembre, 2 le 3, 1 le 4, 1 le 6, 1 le 10. Les 5 autres sont encore vivants le 18 septembre.

9e *essai.* — Entre temps, une expérience sur les larves a donné un résultat brutal très remarquable. Sur 25, mises le 23 mai 1923 en présence de nourriture traitée précédemment à 1 p. 1000, 23 sont mortes dans les 48 heures. Les 2 autres, qui paraissent malades, sont mises à partir du 26 en présence de nourriture non traitée ; elles ne mangent pas et, bien qu'étant d'âge à pouvoir déjà se nymphoser, elles languissent et finissent par mourir le 9 et le 15 juin.

10e *essai.* — En 1930, un essai à dose de 1,5 p. 1000, sur 15 adultes et 25 larves, commencé le 19 juin, donne : pour les adultes, 1 mort le 21, 1 le 23, 1 le 25, 4 le 1er juillet, jour où l'observation est arrêtée ; pour les larves, 8 le 20, 5 le 21, 9 le 23, les 3 autres malades et ne mangeant plus jusqu'au bout de l'expérience.

Sur 5 autres larves ajoutées le 30 juin, 3 sont mortes le 3 juillet et 2 le 4.

En somme, comme il fallait s'y attendre, l'acéto-arsénite de cuivre a toujours témoigné d'un grand pouvoir insecticide vis-à-vis du Doryphore ; on comprend la vogue qu'il a eue en Amérique, sous le nom de vert de Paris, pour le traitement des champs envahis par cet Insecte. Mais son usage est certainement beaucoup plus délicat que celui de l'arséniate de plomb ou de l'arséniate de chaux, à cause des brûlures qu'il provoque trop facilement (brûlures encore très apparentes dans nos expériences avec la dose de 2 p. 1000, faibles et limitées aux feuilles inférieures dans le cas de 1,5 p. 1000 et devenant exceptionnelles dans le cas de 1 p. 1000).

Il me paraît en somme rationnel de ne pas mettre l'acéto-arsénite de cuivre parmi les principaux produits arsenicaux dont il convient de répandre l'usage en France pour le traitement des cultures de pomme de terre.

e) Divers arsenicaux

Des essais isolés ont eu lieu en 1923 avec d'autres sels arsenicaux.

Le *sulfure d'arsenic* est utilisé à 2 p. 1000, le 11 août, sur du feuillage qu'on donne ensuite en nourriture à 8 Doryphores adultes. Ils mangent relativement beaucoup et cependant il n'en est mort qu'un le 23 et 1 le 24 août, l'expérience n'ayant duré que jusqu'au 26.

Sur 24 larves mises sur pareille nourriture le 11 août, 2 sont mortes le 16, 3 le 21, 2 le 24, 3 le 25 ; 4 se sont nymphosés, dont 2 ont déjà fourni les adultes à la date du 28, fin de l'expérience.

L'*arséniate de baryum* est employé à 5 p. 1000, le 14 septembre ; le feuillage traité est donné à manger à 25 Doryphores adultes : 2 sont morts le 15, 12 le 16, 5 le 18, 1 le 22, 1 le 23 septembre ; l'expérience est arrêtée le 6 octobre, alors qu'il reste 4 vivants.

L'*arsénite de baryum* est appliqué le même jour à la dose de 5 p. 1000. Sur 25 Doryphores, 5 sont déjà morts le 15, 9 le 16, 3 le 18, 1 le 19, 3 le 23, 1 le 2 octobre, 1 le 6, jour de la fin de l'expérience, qui laisse 2 vivants.

L'*arsénite de zinc* a brûlé le feuillage, l'essai qui le concerne a été tout de suite interrompu.

Aucun des sels arsenicaux mentionnés ici n'a été retenu après les quelques petits essais du début.

Considérations générales sur les pulvérisations de bouillies arsenicales

Les seuls produits à retenir de cet ensemble de recherches sur les bouillies arsenicales se rapportent aux types arséniate de plomb, arséniate de chaux et arséniate de magnésie. Les premiers, les arséniates de plomb, sont les plus sûrs ; encore en distingue-t-on parmi eux qui, à dose égale d'As^2O^5, accusent une supériorité au point de vue insecticide, grâce à une meilleure tenue physique.

Il en est de même des arséniates de chaux, dont l'efficacité, pour une même teneur en As^2O^5, paraît au moins équivalente, meilleure même en général sur les adultes, mais dont la tenue sur le feuillage est moins sûre par temps pluvieux.

Quant à l'arséniate de magnésie, il se révèle égal aux deux précédents, et souvent supérieur, puisqu'il agit fort bien contre le Doryphore à dose moindre d'As^2O^5. C'est un produit fort intéressant à suivre pour l'avenir.

J'ai dit, à propos de chacun d'eux, ce qu'il fallait penser de leurs qualités physiques. Il me reste à parler des produits accessoires considérés comme des améliorants de ces qualités et préconisés à titre de fixatifs.

La mélasse, dont j'ai signalé l'emploi en 1922, avait paru avantageuse pour mieux faire accepter par les adultes le feuillage traité à l'arséniate de plomb, mais son adjonction n'a pas donné un effet supplémentaire suffisamment net pour être adoptée en principe.

En ces dernières années, on a voulu, surtout pour les bouillies à base d'arséniate de chaux, ajouter des fixatifs à noms commerciaux divers et qui sont à base de caséine, de fiel de bœuf, de ricinate ou sulforicinate de soude et de soufre mouillable.

Voici, à titre indicatif, les essais que vient de faire à ce sujet M. Bruneteau (mars 1931). Il s'agit de pulvérisations effectuées sur des plaques de verre d'une part, et, de l'autre, sur feuillage de laurier (laurier-tin, laurier-sauce). On a noté pour chaque bouillie :

1° la durée de suspension mesurée, dans le cas de cette expérience, par le délai au bout duquel le dépôt a pris son volume presque définitif, quoique le liquide ne soit pas encore clair ;

2° la mouillabilité et l'étalement ;

3° la persistance sur verre ;

4° la persistance sur feuillage.

Ces essais ont eu lieu comparativement pour les arséniates de plomb C et D, pour l'arséniate de chaux P et pour deux autres arséniates de chaux, Q et R, qui ne figurent pas dans le tableau des expériences relatées plus haut et dont voici les formules :

Types	Humidité	As^2O^5	CaO
Q	65.45	18.32	15.96
R	traces	45.36	51.80

Je résume ci-dessous les observations qui résultent de ces différents essais. Ils ont duré du 4 mars au 13 avril, période pendant laquelle les pluies reçues par les plaques de verre et par le feuillage traité se répartissent de la façon suivante :

4 mars 10,7 pluie fine par averses pendant la nuit.
5 mars 0,2 le matin.
6 — 0,5 —
7 — 10 l'après-midi.
8 — 3,2 l'après-midi par intermittence.
9 mars 7,1 toute la journée, avec quelques éclaircies.
10 mars 2.7 neige le matin.
16 — 0,7 pluie très légère pendant la nuit.
17 mars 0,1 légère brume.
18 — 0,8 pluie d'orage très légère.
20 mars 2,4 pluie de 8 à 15 heures.
21 — 6,8 pluie d'orage.
23 — 2,3 pluie d'orage le soir.
24 — 3,3.
25 — 0,2 brouillard.
30 — 0,1 petite averse vers 17 heures.
2 avril 3,4 pluie d'orage le matin.
3 — 7,7 pluie d'orage le soir.
Pas de pluie du 4 au 13 avril.

L'arséniate C a donné lieu à des pulvérisations le 4 mars (sur verre) et le 10 mars (sur feuillage) ; voici les notes prises par la suite :

1° Bouillie normale C à 1 % : suspension 3 à 4 minutes, se pulvérise en grosses gouttes bien réparties, qui marquent bien et qui donnent l'apparence d'un bon traitement. Sur verre, le traitement est encore très apparent le 17 mars ; sur feuillage, ce même jour, on en voit des traces sur le bord des feuilles et il marque encore le 13 avril.

2° C à 1 % + caséine 0,5 p. 1000 : suspension 4 à 6 minutes, étalement en dépôt léger coulant bien, mais ne marquant que dans les gouttes. Sur verre la bouillie est en grande partie lavée dès le 5 et disparue le 9 mars ; sur feuillage, on voit des traces bien apparentes le 17 et le 20, et on les retrouve atténuées jusqu'au 13 avril.

3° C à 1 % + produit au fiel de bœuf 0,05 p. 1000 : suspension 3 à 4 minutes, bon étalement, mouille bien. Sur verre traces sensibles encore le 17 mars ; sur feuillage, jusqu'au 13 avril.

4° C à 1 % + sulforicinate de soude 5 p. 1000 : suspension 2 à 3 minutes, mouille bien, étalement très homogène, quoique en couche légère ; présente un aspect pulvérulent une fois sec. Marque encore très apparente sur verre le 17 mars et sur feuillage le 13 avril.

5° C à 1 % + produit au ricinate de soude 2,5 p. 1000 : suspension 3 à 4 minutes, mouille bien, étalement léger, mais très homogène. Traces apparentes sur verre le 17 mars, et sur feuillage le 13 avril.

6° C à 1 % + soufre mouillable 2 % : suspension 3 à 4 minutes ; l'étalement est comparable à celui de la bouillie normale, avec peut-être un peu plus de pouvoir mouillant. Sur verre, il y a de bonnes traces le 17 mars ; sur feuillage, les traces qui restent au début d'avril paraissent tenir plutôt au soufre qu'à l'arséniate.

En définitive, il est évident que la suspension a été augmentée par la caséine et que le pouvoir mouillant a été accru et l'étalement rendu plus complet par adjonction de sulforicinate ou de ricinate de soude ; mais, pour la tenue ultérieure, la bouillie normale s'est montrée un très bon produit et semble avoir donné un résultat meilleur que l'ensemble des formules avec adhésif, au nombre desquelles celle au sulforicinate a été la plus favorable et celle à la caséine la moins bonne.

Un essai effectué parallèlement avec l'arséniate D montre à peu près les mêmes faits : bouillie normale formant de grosses gouttes ; amélioration de l'étalement grâce au pouvoir mouillant créé par les adjonctions de fixatifs. La caséine a montré dans cette expérience un meilleur étalement que dans l'autre, mais la bouillie faite avec elle a été lavée plus vite. Le sulforicinate, puis le ricinate ont été supérieurs au fiel de bœuf, à la caséine et au soufre.

L'opération a été renouvelée le 20 mars avec les mêmes arséniates C et D. La formule avec la caséine a été plus favorable que dans la première application avec C, mais le traitement normal a paru encore le meilleur.

Les 4 et 10 mars, en parallèle avec les deux premières séries concernant les arséniates de plomb C et D, M. Bruneteau en avait fait une pour l'arsé-

niate de chaux R à 5 p. 1000. La durée de suspension a été de 3 à 4 minutes pour toutes les formules sauf avec le sulforicinate (2 à 3) et avec la caséine (4 à 6). Dans tous les cas, le traitement a marqué nettement moins qu'avec les arséniates de plomb et il a été lavé, sur plaques de verre, dès les deux premiers jours. Il est vrai que l'arséniate R, qui est en poudre, n'avait pas été entièrement délayé et que la dose de 5 p. 1000 n'a donc pas été atteinte.

La question a été reprise avec les arséniates en pâte P et Q, par traitement sur feuillage le 24 mars et sur verre le 30. Voici tout d'abord les notes prises dans le cas de P.

1° Bouillie normale P à 1 % : suspension 1 à 2 minutes. Sur verre bon traitement en gouttes assez serrées, mais disparu (lavé) le 13 avril ; sur feuillage, quelques traces encore le 2 avril.

2° P + caséine : suspension 4 à 6 minutes. Sur verre, gouttes espacées et bien marquées ; quelques traces assez bonnes le 2 avril, lavées le 13 ; sur feuillage, quelques traces le 30 mars, aucune le 2 avril.

3° P + fiel de bœuf : suspension 3 à 4 minutes, étalement en gouttes. Assez bonnes traces sur verre le 2 avril, aucune le 13 ; sur feuillage, tout est lavé le 30 mars.

4° P + sulforicinate : suspension 3 à 4 minutes. Traces en gouttes et pulvérulentes, visibles jusqu'au 2 avril sur verre, jusqu'au 30 mars sur feuillage.

5° P + ricinate : suspension 3 à 4 minutes. Même observation sur verre, mais disparition beaucoup plus rapide sur le feuillage.

6° P + soufre mouillable : suspension 3 à 4 minutes. Bon traitement en gouttes, traces le 2 avril sur verre, le 26 mars sur feuillage ; rien ensuite.

D'une façon générale, les traces sur feuillage sont en bordure des feuilles, aux points d'égouttement. Le septième jour, il apparaît que le traitement pur, quoique pâle, est le meilleur.

Avec l'arséniate Q, M. Bruneteau fait les mêmes remarques générales Tous les traitements sont lavés sur les plaques de verre avant le 13 avril. Sur feuillage ils ont tous mieux tenu qu'avec P, puisqu'on voit, pour la plupart, des traces bien apparentes à cette date. Mais c'est encore la bouillie simple qui a le mieux tenu et qui offre les traces les plus visibles au bout de quelques jours.

De ces observations, nous concluons que certains des fixatifs préconisés augmentent la suspension du produit dans l'eau, que la plupart facilitent l'étalement régulier sur le feuillage, mais qu'aucun, dans les conditions des expériences rapportées ici, n'a paru augmenter la durée des bouillies ni sur verre, ni sur feuillage. Remarquons aussi le fait, très net, que la tenue des arséniates de chaux est moindre que celle des arséniates de plomb, les premiers étant plus vite et plus complètement lavés que les seconds.

B. *POUDRAGES ARSENICAUX*

On sait que le poudrage est une opération plus rapide que la pulvérisation et qu'il serait d'ailleurs avantageux, toutes choses égales d'ailleurs, par le seul fait qu'il exige un moindre transport de matière. En l'adoptant on éviterait en effet le transport d'eau, qui ne laisse pas d'être long et dispendieux en certains quartiers de nos campagnes. Au reste, et depuis plusieurs années, les Américains traitent en grande partie leurs champs de pommes de terre au moyen de poudres au lieu de bouillies.

Mais, en France, la législation concernant l'usage agricole des arsenicaux est formelle : seules les bouillies à base de sels insolubles sont licites et tous poudrages sont interdits. Notre premier devoir étant de respecter les lois, nous nous sommes gardé de conseiller aux agriculteurs l'usage des poudres, de même qu'en 1922 nous avions évité de préconiser l'emploi de l'arséniate de soude, qui est un produit soluble.

Remplacer les pulvérisations par les poudrages n'eût été raisonnable que si ces derniers avaient présenté une efficacité franchement supérieure, ce qui n'est pas. Mais il était naturel de les comprendre, pour une part, dans nos recherches expérimentales ; nous l'avons fait en 1923, 1925 et 1930.

Nous savons par expérience que les insectes saupoudrés directement d'un produit même inerte sont incommodés et que beaucoup peuvent en mourir. Avec l'effet de la rosée, qui favorise l'adhérence, c'est surtout une question de quantité et il est évident qu'une larve plus ou moins pralinée dans de la chaux, des cendres ou de la poussière, est mal en point. Il est donc probable que n'importe quel poudrage abondant réduira les invasions du Doryphore.

Ce qui est intéressant, avec les arsenicaux, c'est d'éprouver les effets indirects d'un poudrage normal, c'est-à-dire de constater comment les insectes se comportent en présence du feuillage recouvert de produit toxique. L'action par empoisonnement de la nourriture nous a paru devoir être recherchée de préférence, aussi bien pour les poudres que pour les bouillies : nous avons, dans presque toutes les expériences, effectué tout d'abord le poudrage sur le pied, puis mis les insectes en présence du feuillage une fois traité. Mais il est évident que dans la pratique, les deux effets de contact et d'ingestion se superposent, ce qui doit donner des résultats encore meilleurs.

Les poudrages arsenicaux de 1923 ont été effectués avec des arséniates de plomb, ceux de 1925 et 1930 avec des arséniates de chaux.

a) Arséniate de plomb

Les essais de 1923 ont porté sur trois marques américaines utilisées aux Etats-Unis pour les poudrages sur Pomme de terre.

Type	Humidité	As^2O^5	PbO	Divers	Diplombique	Triplombique
H	0,68	33,4	63,27	2,65	97	3
I	0,8	30	62	7,20	92,5	5.9
J	0,83	31	63	5,17	88,1	10,3

Les trois formules sont très rapprochées les unes des autres et toutes fortement diplombiques. Pour l'emploi, nous avons mélangé aussi intimement que possible chacune avec de la chaux.

1er essai. — Le 20 avril 1923, on répand sur le feuillage un mélange de 10 % d'arséniate H et 90 % de chaux éteinte, puis on y place 12 adultes. Ils mangent très peu, l'un d'eux est surpris tentant de s'envoler le 23.

Le 24, on a traité de nouveau, en saupoudrant les feuilles après les avoir humectées. Il meurt 1 insecte le 25 et 1 le 26 avril.

Après un troisième traitement, effectué le 27, il en meurt 4 le 28, 2 le 30, 1 le 3 mai, 2 le 4, et l'expérience est arrêtée le 7, alors qu'il reste 1 vivant.

2e essai. — Le 20 avril 1923, un poudrage analogue a été fait au moyen de l'arséniate I mélangé à 9 fois son poids de chaux. Le dispositif est le même, avec 12 adultes ; le traitement est renouvelé pareillement le 24 et le 27. Les insectes touchent très peu à la nourriture ; il en meurt 2 le 26, 2 le 27, 1 le 28, 4 le 30, 2 le 3 et 1 le 4 mai.

3e essai. — Le même jour, 20 avril, un troisième lot de 12 sujets a été mis sur feuillage saupoudré d'un mélange d'arséniate J (10) et de chaux (90) et le saupoudrage a été renouvelé le 24 et le 27. On relève 1 mort le 24 avril, 1 le 26, 2 le 30, 1 le 2 mai, 1 le 3, 1 le 4, 3 le 7. L'expérience est arrêtée le 8 mai, alors qu'il reste 2 vivants.

4e essai. — Le 9 mai, nouvelle expérience avec le même mélange à base de J et pour 25 Doryphores. La nourriture paraît à peine touchée le 12 et le 15, puis intacte les jours suivants. Les morts s'échelonnent : 3 le 14 mai, 2 le 16, 1 le 18, 2 le 19, 7 le 21, 3 le 23, 1 le 28, 1 le 1er juin, et 1 le 5.

5e essai. — Le même jour, 9 mai, un traitement semblable est effectué avec l'arséniate de plomb H, mélangé à égalité avec de la chaux éteinte. Sur 25 insectes, 4 sont déjà morts le 14, 1 le 15, 4 le 16, 2 le 18, 1 le 19, 7 le 21, 3 le 23, 2 le 24 ; le dernier est encore vivant, quoique bien malade, le 6 juin, jour où l'observation est arrêtée.

6e essai. — Entre temps, le 16 mai, 10 autres sont traités directement avec ce mélange et tous sont trouvés morts le lendemain, littéralement enrobés de poudre.

Ces différents essais visent donc tous des Doryphores adultes, qu'ils ont

tués dans la proportion de 80 % en 15 jours dans le cas du mélange à 10 % et dans celle de 96 % dans le cas du mélange à partie égales. Il est vrai que la dose d'As^2O^5 dépasse 3 % dans le premier mélange et 15 % dans le second, alors qu'elle atteint en général 0,15 dans le cas des bouillies.

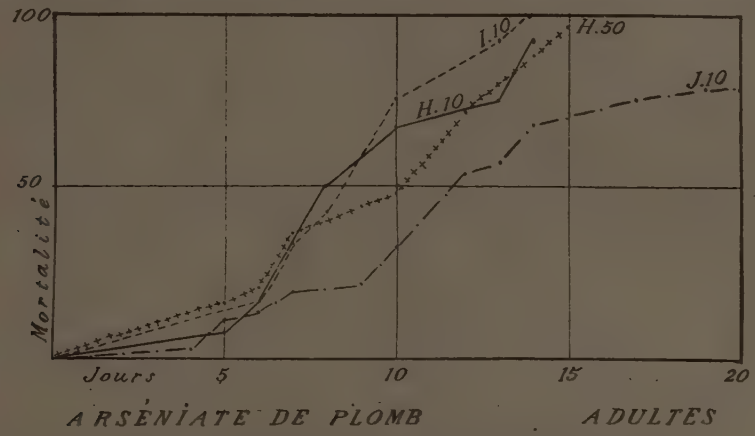


Fig. 14. — Courbes d'efficacité de divers arséniates de plomb appliqués en poudrage sur les Doryphores adultes.

Remarquons du reste qu'il intervient, pour une part, l'action directe de la poudre, cette action d'enrobage partiel et d'obturation des stigmates que nous voyons entrer seule en jeu de façon brutale dans l'expérience du 16 mai.

Aux doses qui furent ainsi essayées, le traitement par poudrage serait extrêmement coûteux. Des opérations plus avantageuses peuvent être recherchées avec les arséniates de chaux.

b) Arséniate de chaux

Les arséniates L. et N, déjà présentés à propos des bouillies, ont fait l'objet d'essais de poudrages en 1925. Puis, en 1930, sont intervenues trois autres formules, dont voici les caractéristiques, par comparaison avec celles des deux premières :

Types	As^2O^5	CaO	Silicates insolubles	Divers indéterminé
L	22,26	15,46	58,2	4,08
N	41,16	46	12	0,84
S	21,84	50,40	25	2,76
T	22,68	28	49	0,32
U	45,36	51,8		2,84

Dans les divers essais de poudrages rapportés ici, on s'est attaché à étudier l'action vis-à-vis des larves de Doryphore ; mais celles-ci n'étaient posées sur le feuillage qu'après le traitement.

Deux formules ont été utilisées en 1925 : l'arséniate de chaux L, à 10 %, en mélange avec la chaux (90 %), et l'arséniate de chaux N, à raison de 10 parties pour autant de soufre et 40 de chaux.

1er essai. — Avec l'arséniate L mélangé à 9 fois son poids de chaux éteinte, 3 larves sur 10 sont mortes dans les 48 heures, 6 autres dans les 9 jours.

Dans une seconde observation, 4 sur 10 sont mortes en 48 heures et la dernière seulement le douzième jour.

2e essai. — L'arséniate N fut utilisé à raison de 10 parties mélangées à 10 de soufre et 40 de chaux (c'est la formule appelée en Amérique le calsulphur) ; dans ces conditions, l'effet a été plus rapide : 8 larves sur 10 sont mortes en 24 heures.

ARSENIATE S

Cet arséniate offre un pourcentage de près de 22 % d'As^2O^5, en présence d'un notable excédent de chaux et de 25 % de talc.

1er essai. — Il a été essayé tout d'abord le 30 juin 1930 sur des pieds de pommes de terre en plein champ, à la suite d'une légère pulvérisation d'eau simulant une pluie. Après dessiccation du produit, 5 larves et 5 adultes ont été placés, en cage, sur un rameau soigneusement détaché d'un des pieds traités. Dans cet essai et ceux qui suivent les adultes sont des sujets nouvellement formés, de la première génération, n'ayant pas encore mangé et par conséquent affamés.

Après 24 heures, le 1er juillet, 3 larves et 2 adultes semblent en piteux état et à peu près morts. Leurs cadavres sont relevés le 2 juillet avec celui d'une quatrième larve, ce pendant que deux autres adultes sont malades. Ils sont trouvés morts le 3 ainsi que la dernière larve ; l'adulte restant est étendu sur le dos et condamné.

2e essai. — 10 larves de taille moyenne et 10 adultes sont placés sur même sorte d'aliment le 3 juillet. Le 4 juillet, 6 larves paraissent mortes ; elles sont définitivement classées comme telles le 5, avec 3 autres, la dernière mourant du 6 au 7. 5 adultes sont immobiles le 5, 8 sont classés comme morts le 7.

3e essai. — Le 7 juillet, nouvelle application avec 5 larves et 5 adultes. Toutes les larves semblent mortes dès le 8 et sont enlevées comme cadavres le 9. Les adultes paraissent fortement incommodés le 9 ; 3 sont morts le 10 et les 2 autres le 11.

4e essai. — En même temps, le 7 juillet, deux expériences comparatives sont montées avec la même poudre S, mais additionnée de moitié de son poids, ou de poids égal de chaux. 5 larves et 5 adultes sont mis en jeu dans chaque cas.

Avec moitié du poids de chaux, les 5 larves et 2 adultes sont immobilisés le 8 et morts le 9 ; les autres adultes sont tués à leur tour du 9 au 10.

Avec poids égal de chaux, 3 larves sont trouvées malades le 8, 4 mortes le 9, l'autre le 10 ; un adulte a cessé de manger le 10, et 4 sur 5 sont morts le 11.

5e essai. — L'expérience est reprise le 28 août, avec 5 larves d'âge moyen et 5 adultes déjà âgés de 2 mois environ, repus, capables par conséquent de jeûner. Ils sont placés sur du feuillage qui vient d'être soumis au poudrage à sec, sans mouillage préalable. Les larves sont mortes dès le 29 ; mais les adultes sont encore vivants le 1er septembre ; ils se terrent et ne semblent pas avoir touché à la nourriture.

Le même jour, 28 août, pareil essai a été fait dans une autre cage, où le feuillage est soumis artificiellement à l'action d'un courant d'air continu produit par un ventilateur et simulant le vent. La poudre paraît se maintenir assez bien. Les 5 larves sont mortes le 29, un adulte en même temps, un autre le 30, les 3 autres se terrent.

Un troisième essai parallèle aux deux précédents a fait intervenir le facteur pluie ; sur 5 larves, 3 sont mortes le 29, les 2 autres le 30. Sur 5 adultes, 1 seul est mort le 29, les autres restent bien vivants le 1er septembre.

Dans les divers cas, la poudre semble avoir assez bien tenu sur le feuillage, pendant la durée, très courte il est vrai, des expériences. Mais il y a eu parfois de légères brûlures, sur quelques feuilles.

Pour mieux éprouver les qualités physiques du produit, une dernière expérience est montée le 18 septembre. Avec appareil à dos, on saupoudre des pieds de pomme de terre, à peine mouillés d'un peu de rosée. Il fait soleil pendant 2 heures ; le soir, il pleut environ 1 heure et, le lendemain, toute l'après-midi ; mais le produit tient bien ; il est encore très apparent le 23.

Le 20, on a noté quelques taches brunissant en partie plusieurs feuilles ; le 25, quelques-unes présentent des brûlures, mais celles où reste la plus grande partie de la poudre sont très vertes.

ARSENIATE T

Il s'agit d'un arséniate de chaux d'origine étrangère titrant le même pourcentage d'As^2O^5 que S, mais contenant environ 50 % de talc au lieu de 25 %.

1er essai. — Le premier essai fut effectué le 11 août, après qu'on eût mouillé les feuilles par une petite pulvérisation d'eau. 5 adultes, choisis parmi des sujets fraîchement éclos de la nymphose, ont été mis en présence de ce feuillage traité. Le 12, 3 paraissent malades ; 3 sont morts le 13, 1 autre le 14, le dernier le 16. En fin d'expérience, la poudre tient bien sur les feuilles, qui semblent un peu jaunies.

2e essai. — Le 27 août, sur des feuilles poudrées normalement, sont placés 5 larves et 5 adultes. 3 larves sont mortes le 28 et 2 le 29 ; 2 adultes le 28, un autre le 30, jour où l'expérience est abandonnée.

Même traitement le 27 août, mais avec action consécutive d'un grand vent balayant les feuilles. Le nombre est le même. 2 larves sont trouvées mortes le 28, 3 le 29 ; 1 adulte le 28, 1 le 29 ; 1 est malade le 30, et les deux autres s'enfoncent en terre.

On opère de même pour un troisième lot, en faisant ensuite laver les feuilles longuement par une pluie artificielle. 4 larves sont mortes le 28, l'autre le 29 ; 1 adulte le 28, 2 le 30.

Le produit semble donc résister suffisamment au vent et à la pluie. Il n'a d'ailleurs pas provoqué de brûlure. Mais l'essai du 18 septembre, effectué

par comparaison avec l'arséniate S pour éprouver la tenue normale en plein air, donne une impression moins favorable : la poudre T a moins bien tenu que la poudre S ; les feuilles ont été lavées presque entièrement par la pluie du 19, et complètement par celle du 20, de telle sorte que, le 23, les pieds traités sont aussi verts que les autres.

ARSENIATE U

Ce produit ne renferme que des traces de silicates et son pourcentage en As^2O^5 est deux fois plus élevé que celui des deux précédents.

Nous l'avons mélangé à son poids de chaux pour faire un unique essai sur 5 larves et 5 adultes, le 3 juillet. 4 larves sont malades le 4, les 5 sont mortes le lendemain. Les adultes vivent tous encore le 8 .

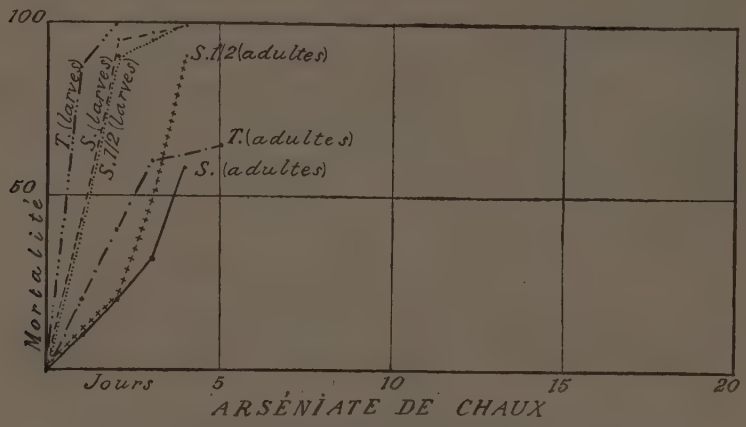


Fig. 15. — Courbes d'efficacité des divers arséniates de chaux appliqués en poudrage.

En résumé, dans les essais effectués au laboratoire en 1930, les poudres, répandues sur le feuillage avant que les insectes soient placés avec lui dans une cage, et par conséquent en dehors de toute action directe immédiate, ont produit d'excellents effets. L'arséniate S, sur 45 larves, en a tué 13 le premier jour, 29 le second, 2 le troisième et 1 le quatrième. L'arséniate T, sur 15, en a tué 9 le premier et 6 le second jour. L'arséniate U, dédoublé par de la chaux, les a fait mourir en 48 heures.

Ce dernier essai n'a pas été heureux avec les adultes, durant les 5 jours de la surveillance ; au contraire, les expériences faites avec S et T, en août, sur des adultes fraîchement sortis de la métamorphose, ont marqué une action assez forte dans ce même délai de 5 jours : 29 morts sur 45 pour S et 13 sur 20 pour T.

La comparaison faite avec les bouillies appliquées expérimentalement à la même époque, serait à l'avantage des poudres quant à la rapidité d'action. Des observations en plein champ sur des pieds de Pomme de terre garnis de larves et traités par les produits pulvérulents S et T sont également très démonstratives de leur efficacité.

Considérations générales sur les poudrages arsenicaux

Des remarques faites en Amérique et des observations déjà relevées en France, il résulte qu'au point de vue de l'action insecticide, les poudrages à base d'arséniates de plomb ou d'arséniates de chaux offrent une efficacité aussi grande, et généralement plus rapide, que les pulvérisations. Cette action plus immédiate tient, en grande partie, à la part d'effet direct (par contact) qui ne peut manquer d'intervenir, surtout dans le cas des larves, même lorsqu'elles n'ont été placées qu'après. En circulant, elles touchent et ramassent des parcelles de poudre ; beaucoup en reçoivent directement au cours des traitements normaux. Cela ne se passe pas avec les bouillies, qui pénètrent moins et qui, une fois sèches, font corps avec la feuille.

En mettant simplement poudrages et pulvérisations sur pied d'égalité, nous devons reconnaître que les premiers ont l'avantage d'une application plus rapide et d'un transport matériel plus commode, moins onéreux.

Mais remarquons tout de suite qu'il faut, avec les poudres, employer une quantité généralement plus grande d'arséniate et surtout d'As^2O^5. Par exemple, si un litre de bouillie C à 2 % représente 3 gr. 2, tandis qu'un kilo de poudre H à 10 % représente 33, c'est-à-dire dix fois plus seulement, un litre de bouillie P à 1 % correspond à 1 gr. 6, tandis que 1 kilo de poudre S ou T, qui s'emploie couramment pure, correspond à 220 gr., c'est-à-dire 137 fois plus. Or, en admettant l'application de cette bouillie à raison de 1.000 litres à l'hectare (1 kil. 600 d'As^2O^5), il faudrait compter sur au moins 20 kilos de poudre (4 kil. 400 d'As^2O^5), soit près du triple. Il ne faut donc pas s'étonner si le coût, dans ces conditions, est plus élevé (1).

Il faut aussi tenir compte de ce fait que, même si la loi française n'interdisait pas l'emploi des poudrages arsenicaux en agriculture, leur danger n'en resterait pas moins sérieux. On ne manipule pas toujours impunément des poudres contenant 20 ou 40 p. 100 d'arsenic (en As^2O^5).

J'estime qu'avec l'autorisation du gouvernement, le service de lutte

(1) Notons cependant que l'efficacité est loin d'être en rapport direct avec la concentration de l'arsenic dans une poudre donnée, que parfois même elle n'a pas été diminuée par adjonction de 30, 50 ou 80 % de chaux.

contre le Doryphore peut et doit organiser des essais en grande surface, dont il profitera pour traiter plus vite et plus complètement certaines nappes d'invasion du Limousin. C'est du reste une occasion unique pour une expérimentation de ce genre. Mais un emballement sur ces moyens serait prématuré et le fait que les Américains les emploient n'est pas une raison suffisante pour que nous fassions de même, surtout dans nos régions de polyculture.

La question des poudrages reste à l'étude et la lutte contre le Doryphore doit être continuée, sous le couvert des lois et arrêtés, en mettant en œuvre essentiellement les pulvérisations de bouillies arsenicales.

C. *NICOTINE*

Il était naturel de songer à l'emploi de l'insecticide précieux entre tous qu'est la nicotine. Mais la longue accoutumance de l'espèce à vivre sur les Solanées nous faisait craindre de sa part une résistance spéciale. Les essais effectués dans les mêmes conditions que pour les arsenicaux, c'est-à-dire par empoisonnement de la nourriture, paraissent confirmer cette crainte, tandis que ceux dans lesquels on a recherché l'action de contact ont réussi.

1° *Traitement direct.* — Le 23 juin 1924, 5 larves âgées d'environ 12 jours sont soumises à une pulvérisation directe de solution savon-nicotine, constituée par :

Extrait titré de nicotine à 100 gr.	2,5
Savon noir	2,5
Eau	100 litres

Une est morte au bout de 1 heure, 2 autres au bout de 3 heures, les deux dernières dans le délai de 6 heures.

Au contact du liquide, qui les mouille plus ou moins, les larves s'agitent et marchent : puis, après peu d'instants, elles semblent tout à coup frappées de paralysie, se laissent tomber sur le côté et sont prises de convulsions. Au bout d'une demi-heure, elles s'immobilisent et ne recommencent à s'agiter que si on les touche. Elles meurent du reste à brève échéance. Les larves toutes jeunes sont tuées en moins de 2 heures.

2° *Traitement de la nourriture.* — 5 larves de 10 à 12 jours, placées, parallèlement aux précédentes, le 24 juin, sur du feuillage traité la veille à la même solution de nicotine, en ont mangé pendant 5 jours avant que des symptômes d'intoxication se fassent sentir sur une d'entre elles, trouvée morte le sixième jour. Une autre est morte le septième jour et les 3 dernières se sont nymphosées.

Sur les adultes, une expérience analogue a eu lieu le 19 juin 1923. Il s'agit d'un traitement effectué sur un pied de pomme de terre avec une solution à peine différente, contenant 5 % de savon au lieu de 2,5. 25 Doryphores adultes sont ensuite mis en présence du feuillage ainsi traité. Ils mangent peu, mais ne succombent point : aucun n'est mort dans les 10 jours de la surveillance.

3° *Jus résiduaires.* — Le directeur d'une de nos manufactures nationales ayant appelé mon attention sur les jus résiduaires provenant du lavage des tabacs, j'ai chargé M. Meilhan d'entreprendre, en 1929, quelques essais de traitement, au moyen de ces jus, sur des pucerons, sur des larves d'Altise et sur des larves de Doryphore.

Sur celles- ci, les essais ont débuté le 26 juin 1929. Dans la matinée, 4 lots de 10 larves, placés sur autant de rameaux de Pomme de terre, ont été traités directement, par pulvérisation avec les solutions de jus résiduaire à 1, 2, 4, 10 %. Un cinquième lot a été traité de même avec la solution à 4 % additionnée de 3 p. 1000 d'extrait titré de nicotine à 500 gr. ; un sixième avec une solution à 3 p. 1000 d'extrait titré de nicotine, sans jus résiduaire. En présence de ces six lots, il y a 20 larves témoins mises sur un rameau non traité.

Le lendemain, sur les 4 premiers lots, toutes les larves sont encore vivantes et paraissent se bien porter. Il en est de même le surlendemain et le troisième jour.

Le cinquième lot présente le 27 juin une larve d'apparence malade, qui est trouvée morte le 29, tandis que les autres restent vivantes, quoiqu'ayant l'air d'avoir souffert.

Dans le sixième lot il se trouve aussi, le 27, une larve malade, encore vivante le 29 : toutes semblent avoir souffert, sauf une qui se prépare à la nymphose.

Sur 10 larves placées le 27 sur un rameau d'un pied de pomme de terre traité le 26 au jus résiduaire pur, 2 sont malades le 29, les 8 autres sont en parfait état apparent et 2 vont se nymphoser.

Parmi les 20 témoins, une larve est morte.

Ces essais montrent non seulement qu'on ne peut fonder grand espoir sur l'emploi des jus résiduaires comme insecticides, mais ne font que confirmer l'action assez incertaine des solutions d'extrait titré de nicotine.

4° *Poudrages.* — Les applications de soufre nicotiné en poudrage direct et abondant sur les larves sont efficaces ; si, au contraire, on place des larves ou des adultes sur feuillage préalablement traité, pour ne faire intervenir, autant que possible, que l'effet du poison, l'action est faible.

En voici quelques preuves :

Après poudrage d'un pied mouillé tout d'abord par fine pulvérisation

d'eau, 5 larves et 5 adultes ont été mis en observation sur cet aliment le 30 juin 1930. Le 1er juillet, 1 adulte et 1 larve sont réfugiés au fond de la cage et paraissent malades. Aucun changement les 2, 3 et 4 ; on relève une larve morte le 5, 2 le 7 ; les 2 dernières quittent alors le rameau pour se nymphoser. Les adultes paraissent n'avoir pas souffert, mais ils se tiennent éloignés du feuillage, qui exerce nettement sur eux un effet répulsif.

Dans une observation parallèle, commencée également le 30 juin, mais avec un soufre à dose plus élevée de nicotine, une larve semble morte le 1er juillet, elle est comptée comme telle le 2. Deux autres larves et un adulte paraissent incommodés le 4 et sont trouvés morts le 5 ; la situation reste la même le 7, sauf pour les adultes, dont deux sont malades.

Un essai de traitement conforme au premier est effectué le 13 août sur 5 adultes seulement. Il y a le 14 un sujet malade, mort le 18, puis un autre le 19.

Un essai parallèle, avec la dose plus élevée de nicotine, donne un malade le 14, mort le 18, mais les autres restent bien vivants le 19.

L'action des poudres nicotinées n'a pas, en somme, été meilleure que celle des solutions savonneuses et ne saurait être davantage substituée à l'action des bouillies et poudres arsenicales.

5° *Traitement des œufs.* — Etant donné les résultats obtenus par les insecticides nicotinés sur les œufs d'Eudémis, de Cochylis et d'Altise, qu'ils font couramment avorter à la dernière minute (1), j'ai pensé qu'il y aurait lieu de faire des tentatives analogues sur les œufs du *Leptinotarsa*.

J'ai confié ces observations à M. Bruneteau, qui a du reste étudié le mode d'éclosion. Une première remarque eut lieu fin juin 1925. Des œufs pondus le 27 juin ont été traités le 29, au moyen d'une solution savon-nicotine à 1,5 % d'extrait titré à 100 grammes. Les premières larves naissent le 4 juillet, dans des conditions à peu près normales. La première éclose, la seule suivie, a quitté la ponte et est allée mourir à 2 centimètres de distance.

Des observations plus complètes ont eu lieu en 1926. Le 11 juillet, trois feuilles portant des pontes ont été plongées pendant 20 secondes dans une solution d'extrait titré de nicotine rendue mouillante par adjonction de savon.

1er essai. — Dose 2,5 % d'extrait titré de nicotine (à 100 gr. par litre). Sur 58 œufs traités, 10 larves éclosent normalement le 15 juillet et abandonnent la feuille desséchée. 11 autres larves sont mortes en naissant ; leur corps demeure

(1) Dr J. Feytaud. — Action des insecticides sur les œufs de la Cochylis et de l'Eudémis (*Bull. Soc. Zool. Agric.*, 1913 et 1917). — Voir aussi *Annales des Epiphyties*, I, p. 266 à 280, II, p. 117 à 120.

engagé dans la coque, d'où la tête émerge seule ; la mort a dû se produire dans les 20 minutes qui ont suivi la déchirure, car les têtes, sauf une, sont de couleur jaune orange. Les 37 œufs restants ont avorté ; à faible grossissement, on y aperçoit la larve recroquevillée, et l'on constate que les mâchoires ont déjà percé l'enveloppe.

2e *essai.* — Dose 2 %. Sur 36 œufs, 6 éclosent régulièrement, les larves sortant tout à fait de leur enveloppe ; il est vrai que 3 d'entre elles restent, mortes, sur la ponte. 9 autres ont péri en naissant, parmi lesquelles 4 ont la tête noire, ce qui témoigne qu'elles n'ont succombé qu'au bout d'une heure, ou plus. Les autres œufs, 21, ont avorté.

3e *essai.* — Dose 1,5 %. Sur 33 œufs, 20 ont avorté ; 7 larves éclosent entièrement, dont 5 meurent sur la ponte. 5 autres ont été tuées à moitié sorties ; 3 d'entre elles ont vécu plus d'une heure dans cette position, ainsi que le montre la coloration de leur tête. On a trouvé sur une partie de la feuille des fragments d'enveloppes d'œufs qui paraissent avoir été mangés.

La nicotine, qui ne semble pas devoir être retenue pour la lutte contre le Doryphore, dans laquelle elle serait très inférieure aux arsenicaux, offre cependant une action très intéressante à considérer : l'action sur les œufs. Il s'agit d'un effet semblable à celui que j'ai étudié naguère sur les œufs de l'Eudémis (*Polychrosis botrana*), c'est-à-dire d'un empoisonnement brutal des larves au moment où elles mordent la coque de l'œuf pour en sortir.

D. *PRODUITS DIVERS*

En dehors de l'arsenic et de la nicotine, les essais ont eu lieu avec un certain nombre d'autres insecticides courants : chlorure de baryum, en solution mélassée, sulfure de carbone en émulsion, pétrole en émulsion, pyridine et pyrèthre en solution savonneuse, ainsi qu'avec maintes spécialités.

Pour le chlorure de baryum utilisé à 2 %, avec 1,5 % de mélasse, comme traitement de la nourriture, l'effet d'empoisonnement, tant sur les adultes que sur les larves, a été beaucoup plus lent qu'avec l'arsenic et l'expérience n'a pas été conduite jusqu'à la destruction totale.

Le traitement direct de larves âgées de 3 et de 14 jours, même renouvelé sur ces dernières, n'avait produit aucun résultat au bout d'une semaine.

Pour les autres formules, il s'agissait d'une application directe, d'un effet de contact, qui se traduisit par la mort, dans le délai de 4 à 6 jours, de presque toutes les larves bien touchées. Il n'est donc pas douteux qu'on puisse, avec des produits de ce genre et beaucoup d'insecticides mouillants du commerce, tuer les larves du Doryphore qu'on en recouvre suffisamment.

Or, le jet du pulvérisateur, même sous forte pression, ne saurait aller partout. Il n'atteint jamais qu'une partie des insectes. Il est vrai qu'il

ne parvient pas davantage à revêtir de bouillie tous les points de toutes les feuilles, mais le poison demeure pendant des jours ou des semaines, ce qui multiplie considérablement le risque ; c'est pourquoi l'action directe, pour les bouillies tout au moins, ne saurait être mise en parallèle avec celle qui s'exerce indirectement par la nourriture.

Il n'en serait pas tout à fait de même des poudres, qui pénètrent sous le feuillage en tous sens et qui touchent proportionnellement plus de sujets.

Voici quelques remarques faites sur les applications de chaux et de soufre, et sur les poudrages aux fluosilicates, qui sont généralement considérés parmi les meilleurs, après les arsenicaux. Ces produits, lorsqu'ils ont été répandus en abondance sur des larves au point de les enrober plus ou moins, les ont bien entendu fait périr en 2 semaines au plus, ainsi que bon nombre d'adultes, comme l'auraient fait sans doute des poudres inertes ; il semble que ce soit affaire de quantité.

Le seul point bien intéressant, comme pour les arsenicaux, a trait à l'action de quantités moindres vis-à-vis d'insectes que les poudres touchent à peine ou pas du tout, mais qui vont et viennent sous le feuillage traité.

Chaux. — Le 14 mai 1923, de la chaux éteinte est répandue au soufflet en quantité modérée sur un pied de Pomme de terre portant 25 Doryphores adultes et recouvert aussitôt d'une cage. Les insectes touchent à peine la nourriture les 15 premiers jours ; ils semblent la délaisser tout à fait par la suite. La plupart sont gênés, peu actifs et se retirent sur les parois de la cage. On relève 1 mort le 19 mai, 5 le 21, 2 le 23, 1 le 24, 1 le 25, 1 le 28, 1 le 30, 1 le 31 mai, 4 le 1er juin, 1 le 5 juin, 1 le 7, 1 le 8, 1 le 13, 1 le 19 et 3 le 22 juin.

L'effet insectifuge a été très manifeste, nous l'avons plus nettement apprécié en appliquant de la chaux sur des pieds de Pomme de terre en plein champ. En cage, les insectes sont obligés de rester en présence du feuillage traité ; aussi nombre d'entre eux, épargnés tout d'abord, finissent-ils, plus ou moins vite, par prendre des particules de poudre et par subir l'effet de contact.

La chaux n'exerce d'ailleurs que ces deux effets-là ; elle ne semble pas susceptible d'empoisonner les Doryphores qui en absorbent une petite quantité. Des feuilles recouvertes d'une légère couche, par trempage dans un lait de chaux, ont été offertes en nourriture, le 6 juillet 1925, à 5 larves et 5 adultes. Ces derniers ont fui le feuillage, et les larves, âgées de 8 à 10 jours au moment de la mise en train, ont réussi, sauf une, à achever leur développement et à se métamorphoser.

Soufre. — Une expériences faite avec le soufre, le 19 juillet 1927, a été suivie jusqu'au 17 août. Sur 10 adultes, un seul est mort le 23 juillet, les autres ont simplement fui le feuillage ; sur 10 larves, 9 sont mortes

dans les 6 jours : 3 le 20, 5 le 23, 1 le 25 juillet, l'autre se nymphose. Il est probable qu'il s'agit d'un simple effet de contact ; cela n'a pas été démontré directement, mais semble ressortir des faibles résultats produits par le soufre nicotiné.

Fluosilicates. — En 1925, comparativement avec l'arséniate de chaux, nous avons essayé les fluosilicates de chaux et de soude.

Avec le fluosilicate de chaux pur, 5 larves sur 10 sont mortes en 24 heures, les 5 autres ont mis 8 jours à subir le même sort.

Avec le fluosilicate de soude pur, qui présente une très mauvaise adhérence, 3 sur 10 ont succombé en 48 heures, 5 en une semaine et toutes en 12 jours, mais il y a eu de fortes brûlures sur le feuillage. Avec du fluosilicate de soude mélangé à la chaux éteinte, dans la proportion de 10 %, 1 seule larve sur 10 est morte en 48 heures, la destruction totale n'a été obtenue qu'au bout de 23 jours et le feuillage a été brûlé.

Je ne crois donc pas qu'il y ait lieu de fonder grand espoir dans l'emploi de ces fluosilicates contre le Doryphore ; il serait cependant utile de reprendre la question pour le fluosilicate de chaux et pour les mélanges.

E. *FUMÉES*

Pour en finir avec les essais de traitement qui visent les parties aériennes du pied de Pomme de terre, je dois mentionner ceux auxquels ont donné lieu les fumées.

Au cours de certaines émissions faites pendant la guerre pour la défense contre avions, des observateurs ont constaté la présence sur le sol d'un nombre important d'insectes et de petits vertébrés tués par les émanations, tandis qu'ils voyaient les plantes indemnes. On en déduisit, pour la destruction des rats, un procédé qui donna des résultats excellents au fort de la Double-Couronne, par exemple.

La guerre finie, des fumigènes ont été mis à la disposition du Ministère de l'Agriculture en vue d'expérimentation. M. Ravaz, chargé des premières études, fut d'avis qu'on pourrait obtenir d'excellents effets dans les champs et les vignes ; il fut question d'utiliser ces engins non seulement pour la défense contre les gelées printanières, mais pour la destruction des Rongeurs dans les bâtiments, les caves et les trous du sol, et même pour le traitement du feuillage contre les maladies cryptogamiques ou les insectes. On a calculé qu'il fallait environ 30 kgs de matière fumigène pour couvrir efficacement un hectare.

Des essais de protection du vignoble contre les gelées étant prévus pour 1923, aux environs de Bordeaux, nous avions décidé de faire à cette occasion des remarques d'ordre entomologique ; mais les circonstances du

printemps firent abandonner le projet. Une petite expérience eut lieu cependant à la Grande Ferrade, le 2 mai. M. Bourdel, Directeur de la Station de Physique et d'Avertissements agricoles, mit en action plusieurs fumigènes ; j'en ai profité pour faire tenir au milieu de la fumée de petites cages contenant diverses sortes d'insectes, notamment quelques hannetons et une douzaine de Doryphores adultes. Les cages étaient appendues par des ficelles à l'extrémité de perches de bambou. Les expérimentateurs chargés de les tenir avaient pour mission d'éviter le voisinage des foyers, pour ne pas faire intervenir l'effet de la température, et de surveiller les fluctuations de la fumée pour maintenir les sujets au milieu des flocons ; cela était d'autant plus nécessaire que les conditions du moment n'avaient pas permis d'obtenir une nappe rasante (Pl. III, 2).

Plongés pendant 3 minutes et demie dans la fumée des appareils du type Berger, par une température de 30 à 35°, les insectes ont tous eu l'air de résister parfaitement (1).

Avec les fumigènes allemands, on a maintenu le contact pendant 5, 10 et 15 minutes, en s'éloignant davantage des foyers d'émission, car la température s'élevait à 50° à 2 m. 50. La plupart des sujets sont morts des suites de ce traitement, qui a incommodé du reste peu ou prou les opérateurs eux-mêmes.

Pendant le fonctionnement de l'appareil Berger, M. Dieuzeide a recueilli de la fumée dans un flacon contenant des Doryphores ; il a maintenu le flacon bouché pendant 4 jours ; la fumée s'est rapidement déposée, aucun effet ne s'en est suivi pour les insectes, qui ont repris leur activité normale.

Sur les indications de M. Marchal, j'ai fait essayer en outre des poudres fumigènes préparées suivant les directives du Commandant Cazes. Elles étaient de deux sortes, l'une au zinc, l'autre à base d'arsenic, que les fumées devaient déposer sur le feuillage et sur les insectes. Ces poudres ont été l'objet des cinq observations que voici :

1er essai. — Le 8 octobre 1923, sous une cloche de 11 litres environ, on fait consumer 0 gr. 075 de poudre fumigène à l'arsenic (ce qui reviendrait à 7 gr. 50 par mètre cube). Le produit est placé dans un petit creuset ; il est imbibé de tétrachlorure de carbone avec lequel il forme pâte. On place dessus un peu de poudre amorce servant à l'allumage. Un pied de pomme de terre a été soumis à l'action des fumées sous cette cloche pendant 20 minutes ; le lendemain, il semble un peu fané, le 10 on se rend nettement compte qu'il est brûlé, le 11 il est complètement grillé.

2e essai. — L'essai se renouvelle dans les mêmes conditions le 24 octobre, le pied de pomme de terre portant un Doryphore adulte. Au cours de l'opération, le

(1) Peut-être n'en aurait-il pas été de même avec l'arrivée lente et progressive d'une fumée de même nature ; il est possible qu'ils aient réagi au contact du milieu délétère en fermant tout de suite leurs stigmates respiratoires.

feuillage a été brûlé, mais l'insecte est demeuré vivant ; conservé dans un bocal sur un des rameaux du pied traité, il se maintient, puis entre en terre.

Les trois autres expériences ont eu lieu dans une caisse spéciale mesurant 70 × 48 × 50 cm., ce qui fait à peu près 1/6° de mètre cube. C'est une caisse sans fond, à dessus vitré, avec, à la base, une marge de 10 cm. qui permet de l'entrer en terre en coiffant une ou plusieurs plantes.

3e essai. — Le 24 octobre, on a coiffé de la sorte un chou et un pied de pomme de terre. Sur le premier ont été mises 6 chenilles de Piéride, 2 de Noctuelle, 1 Limace ; sur le second, un Doryphore. La dose de poudre à l'arsenic qu'on y fait brûler est de 1 gramme, ce qui revient à 6 grammes par mètre cube ; l'opération dure 20 minutes.

A la fin de l'expérience tous les insectes sont vivants, mais les deux plantes sont brûlées. Par la suite, toutes les chenilles et la Limace sont mortes, probablement parce qu'elles ont mangé le feuillage du Chou. Le Doryphore n'a peut-être pas touché à la nourriture ; en tout cas, il est resté vivant en présence du feuillage traité ; au bout de 3 jours, le 27, il a cherché à se mettre en terre ; il est mort le 29, mais il n'est pas certain que ce soit des suites de l'opération du 24.

4e essai. — Une expérience similaire, avec la même poudre, à la même dose, a eu lieu le 29 octobre sur un pied de Pomme de terre et 2 Doryphores. La plante a été brûlée, les insectes ont résisté ; placés en observation dans un bocal avec le feuillage traité, ils sont demeurés vivants et actifs plus d'une semaine, puis se sont mis en terre pour hiverner à partir du 7 novembre.

5e essai. — Le même jour, 29 octobre, un essai parallèle a été fait avec une poudre fumigène au zinc employée à la même dose. La fumée a semblé plus abondante que dans le cas précédent. Le pied de Pomme de terre a été franchement brûlé, comme les autres ; quant aux 2 Doryphores mis avec lui en expérience, ils restent bien vivants et commencent leur hibernation 10 jours plus tard.

En somme, les faibles résultats de ces divers essais montrent qu'il n'y a pas lieu d'attendre un sérieux renfort de la part des fumigènes pour la lutte contre le ravageur dont nous nous occupons. Leur action est bien inférieure à celle que nous avons obtenue par l'émission de nappes de chloropicrine, au moment où nous manipulions ce produit sur la lande du Taillan pour les essais de traitement du sol (1).

CONCLUSIONS RELATIVES AU TRAITEMENT DU FEUILLAGE

De tous les produits que nous avons essayés pour le traitement du feuillage envahi par les Doryphores, seuls les arsenicaux méritent d'être retenus.

Trois sels d'arsenic insolubles ont donné des résultats nettement favorables : ce sont les arséniates de plomb, de chaux et de magnésie. L'arséniate de magnésie n'est pas encore entré dans la pratique, mais les données expérimentales recueillies depuis trois ans font bien augurer des services qu'il peut rendre en parasitologie agricole.

Les doses correspondent en général à 0,16 d'As^2O^5 % environ.

Les arséniates de plomb sont plus recommandables que les arséniates

(1) La chloropicrine tuait les insectes, mais grillait tout le feuillage.

de chaux pour la préparation des bouillies, en raison de leurs qualités d'adhérence et de résistance aux intempéries.

L'efficacité équivalente et le moindre prix des arséniates de chaux rendent cependant leur emploi commode, dans le cas où l'on n'a pas à craindre un lavage trop immédiat.

L'adjonction de produits tels que caséine, sulforicinate de soude, fiel de bœuf, qui augmentent dans une certaine mesure le pouvoir mouillant et favorisent l'étalement des bouillies, ne semblent pas offrir un avantage net quant à leur durée d'action.

Les arséniates de chaux et de magnésie seraient tout indiqués pour les poudrages ; dans l'état actuel de notre législation, ceux-ci ne peuvent être effectués qu'à titre expérimental. On doit profiter de l'invasion doryphorique pour les essayer en grande surface, dans le Limousin, sur un lot de plusieurs hectares, parmi les foyers les plus denses, dont ils réduiront d'ailleurs l'intensité. Mais, en admettant même que la loi ne s'y opposât point, la substitution des poudrages aux pulvérisations sur les foyers isolés serait actuellement une mauvaise affaire, ne serait-ce qu'au point de vue de la dissémination du ravageur.

La même observation s'applique à la bouillie bordelaise arsenicale, dont il faut encore réserver l'emploi soit aux foyers massifs des grandes taches, sur lesquels on voudrait d'ores et déjà instituer des traitements d'entretien, soit aux champs encore indemnes qu'on traite préventivement.

Quant à l'outillage, nos cultivateurs ne possédant pas d'appareils spécialement adaptés au traitement des champs de pommes de terre, on a utilisé tout d'abord les pulvérisateurs à dos d'homme couramment employés pour le sulfatage des vignes. C'était la meilleure solution pour les petites cultures dispersées au milieu des vignobles de la région bordelaise ou dans les clairières de la forêt de pins (1).

En Limousin, où les champs de pommes de terre sont beaucoup plus vastes et plus rapprochés, on s'est tout d'abord muni de petits appareils analogues, puis on a mis en œuvre des pulvérisateurs à traction. Les premiers de ce genre n'ont malheureusement pas donné pleine satisfaction, parce qu'ils n'étaient pas spécialement faits pour le but précis auquel on les destinait dorénavant. Une disposition nouvelle des rampes et jets et un accroissement de pression se sont imposés pour la plupart des modèles offerts tout d'abord par les constructeurs (Pl. III, 1).

En 1930, grâce aux crédits décuplés mis par le Parlement à la disposition du Service de lutte, le matériel de pulvérisation a été rendu plus

(1) La plupart de ces appareils sont excellents, mais, pour les pulvérisations arsenicales, il conviendrait qu'ils fussent toujours munis d'un dispositif agitateur.

transportable et son approvisionnement plus rapide par l'emploi d'assez nombreuses camionnettes bien équipées, avec tonnes-réservoirs, pompes, appareils à air comprimé.

IV. ORGANISATION GÉNÉRALE DE LA DÉFENSE

Le compte rendu des recherches que je viens d'exposer concerne : d'un côté, les précautions relatives aux tubercules, précautions dont l'intérêt est dominé par le danger théorique des transports accidentels ; de l'autre, le traitement chimique du foyer sous ses deux formes essentielles : traitement du feuillage et traitement du sol. Mais la méthode de lutte comporte d'autres éléments de haute importance ; ce sont notamment les procédés culturaux, le ramassage et les procédés physiques, sans compter les moyens préventifs qui s'appliquent aux cultures encore indemnes.

Examinés en 1922 et discutés dans mon mémoire de l'année suivante, le ramassage et les moyens physiques n'ont pas été depuis l'objet de perfectionnements notables, pas plus du reste que les moyens préventifs. Ils méritent cependant une mention dans ce chapitre, à côté des précautions culturales, qui sont en quelque sorte à la base de la défense.

A. *MOYENS CULTURAUX*

Parmi les grandes idées mises en avant au début de l'invasion doryphorique, et reprises parfois depuis, figurent la suppression et, subsidiairement, le retard de la culture des pommes de terre. De prime abord, ces idées paraissent l'une et l'autre assez satisfaisantes : elles tendent à faire périr d'inanition les Doryphores qui sortent du sol après l'hiver.

Malheureusement, ce que nous savons de la biologie du ravageur fait très mal augurer du résultat de telles mesures qui, dans l'esprit même de leurs promoteurs, n'auraient intéressé qu'une partie du territoire. Il y a, en effet, d'une part la résistance remarquable du Doryphore à un jeûne prolongé, d'autre part son instinct migrateur qui, s'éveillant avec les journées chaudes du printemps, serait stimulé et non réfréné par le défaut de nourriture au point initial. Etant donné la puissance d'expansion de l'espèce, d'après l'expérience américaine et d'après la nôtre, nous avons tout lieu de croire que de pareilles tentatives, tout en réduisant dans une certaine mesure l'apparente gravité du mal, eussent favorisé son extension clandestine et abouti à un échec retentissant.

La façon platonique dont furent appliquées depuis 10 ans les sanctions, prévues par la loi contre les agriculteurs dont la nonchalance aiderait à la

diffusion du fléau, ne suffit-elle pas à nous faire pressentir comment aurait joué l'interdiction ? Sans doute aurait-elle fait naître une fausse sécurité, caché pour un temps la menace, mais elle aurait préparé un douloureux réveil.

En admettant même que nos paysans se fussent tous pliés à la suppression des champs de Pomme de terre, cette plante aurait continué d'exister à l'état sauvage sur les lieux précédemment cultivés, sur les terreaux, près des habitations. Ainsi se seraient multipliés ces redoutables petits foyers inaperçus, où les repousses offrent aux Doryphores vagabonds des relais si commodes, parmi les grandes herbes ou les tiges des Céréales qui leur servent de pylones pour le départ au vol.

Au reste, les observations qu'il nous a été donné de faire sur les autres Solanées nous ont convaincu que l'Aubergine, la Morelle et la Douce-Amère, tout au moins, auraient ajouté un appoint sérieux à la Pomme de terre sauvage clandestine, pour assurer les progrès du ravageur. Le pays tout entier se serait trouvé soumis au dangereux régime adopté par quelques exploitants, qui ont prétendu guérir le mal en retournant leurs cultures de façon à ne plus le voir. Cela risquait en somme favoriser la dissémination, rendre la surveillance plus difficile et la lutte plus aléatoire.

D'accord avec M. Marchal, j'ai préconisé au contraire, de façon très nette, la culture au grand jour et son renforcement partout où le mal a été découvert, ce qui s'est traduit par les deux principes de la déclaration et de la replantation.

La déclaration obligatoire des lieux cultivés figure dans la plupart des arrêtés préfectoraux. Elle permet de mieux surveiller les champs dans les régions où ils sont loin les uns des autres ; elle favorise donc la découverte hâtive des foyers.

Mais il importe aussi beaucoup d'entretenir des cultures de Pomme de terre sur les emplacements de foyers reconnus pour réduire les divagations de l'insecte. Maintenir des pieds verts le plus tard possible à l'automne, y produire du nouveau feuillage le plus tôt possible au printemps, tel est le principe fondamental sur lequel nous avons toujours insisté.

L'exemple de l'Allemagne a bien, au début, provoqué quelques arrachages prématurés, sans le traitement radical du terrain dont ils auraient dû être, chez nous comme là-bas, le simple prélude. C'était, dans ces conditions, une pratique dangereuse, qu'il fallait réglementer et limiter strictement ou faire suivre d'une replantation rapide.

N'étant pas en mesure de pratiquer l'extinction brutale, on doit laisser du feuillage à la disposition des Doryphores errants, et cela même après la récolte, qu'on retarde au besoin : en laisser jusqu'au bout, jusqu'aux gelées si possible. Pour atteindre ce but, il ne faudrait pas hésiter à sauver de

l'attaque du mildiou, par un sulfatage restreint, quelques touffes ou quelques rangs, ou bien à semer de nouveau des tubercules en plein été, ou à transporter en grosses mottes des pieds de Pomme de terre, d'Aubergine ou de Douce-Amère pris dans le voisinage.

Le maintien tardif de feuillage vert à l'automne sur tout emplacement de foyer implique son renouvellement au printemps. Nous avons donc, M. Marchal et moi, fait adopter aussi, dès 1922, le principe de la replantation. Elle fut en général bien observée dans la Gironde où les exploitants n'hésitèrent pas à mettre des pommes de terre au même endroit deux années de suite. Les assolements du pays landais ne furent qu'un empêchement relatif ; ceux du Limousin firent considérer comme inadmissible la replantation totale des champs ; mais cette difficulté fut vaincue grâce à la replantation partielle par le procédé des rangs-pièges (Pl. IV, 1 et 2).

Nous en avions fait établir déjà en 1922 sur quelques points de la Gironde : à Sénéjac et au Taillan, à Lesparre, au Temple, à Saint-Vincent-de-Paul, à Lugos. A vrai dire, en cette fin de saison, ils ne produisirent pas grand effet. Mais le procédé réussit d'excellente façon les années suivantes, surtout au printemps.

Un exemple typique est celui du foyer de Soubeyran, dont j'ai parlé à propos de mes observations sur le vol. Ce foyer, très grave, ignoré durant toute l'année 1922, fut révélé pendant l'hiver. Un ouvrier rencontré dans ces parages nous dit avoir vu ramasser les larves rouges « à pleins seaux », dans un champ où l'invasion battait son plein au mois d'août. Le régisseur du domaine, tout en se défendant d'avoir rien voulu cacher, se soumit désormais volontiers aux ordres des services agricoles et se montra tout disposé à faciliter nos recherches. Jugeant inutile de lui imposer la destruction totale des semis de Trèfle et de Vesce déjà faits sur l'emplacement suspect, je le priai d'y installer au plus tôt des doubles rangs-pièges de pommes de terre de 10 en 10 mètres. Sur ces rangs, il nous fut donné de recueillir, en avril-mai, de grandes quantités de Doryphores qui, sans cet appât, se seraient disséminés en tous sens après avoir consommé les repousses étouffées sous le fourrage (1).

Les applications ont été, depuis, très nombreuses et l'on peut dire que le système a été adopté partout où la replantation totale semblait impossible. Ce fut le cas, plus que partout ailleurs, dans le Limousin, où l'assolement habituel fait alterner la Pomme de terre avec le seigle. Un premier inconvénient de ce système est que les repousses sont cachées par les Céréales ; un autre tient à ce que les cultivateurs hésitent à faire des coupures dans

(1) Nous avons nettement observé que les plantes des rangs-pièges, bien venues au grand jour, attiraient les insectes beaucoup plus vivement que les repousses malingres cachées dans le champ.

leurs champs pour intercaler des rangs-pièges ; d'aucuns, tentés par le moindre effort, auraient volontiers proposé d'en mettre seulement tous les 50 mètres, ou tous les 20 mètres au plus, alors que, pour bien faire, il ne faut pas dépasser 10 à 12. Nous conseillons de mettre toujours une double rangée sur chaque bande transversale et d'en mettre une aussi, de bout en bout, de part et d'autre du champ, pour que les insectes montant du sol dans le périmètre de l'ancienne culture ne puissent partir à la marche sans rencontrer le feuillage apte à les retenir.

Replantation totale ou rangs-pièges ont été généralement bien acceptés dans toutes les régions où le Doryphore est apparu jusqu'à présent et l'on peut dire qu'ils rendent un très grand service, en conjurant le départ de beaucoup d'insectes et facilitant leur ramassage et leur destruction sur place.

D'autres moyens culturaux, sans avoir une égale importance, méritent cependant d'être mentionnés au passage. L'interdiction de cultiver la Pomme de terre, dans les zones, en mélange avec « des plantes pouvant servir à l'alimentation de l'homme et des animaux » n'a d'autre but que d'éviter une perte de récolte et de faciliter les traitements arsenicaux. L'incinération des fanes et des pommes de terre de rebut, que l'arrêté ministériel du 13 juillet 1922 rend obligatoire sur toute l'étendue des départements atteints par les zones contaminées, ainsi que sur les départements limitrophes, n'a d'intérêt que si elle est faite sans délai, immédiatement après la récolte, avant que le dessèchement ou la pourriture en aient éloigné les insectes.

En hiver, la mortalité naturelle est accrue par les labours profonds et renouvelés, qui modifient le niveau d'hibernation des insectes et qui les offrent à la fois aux intempéries et aux animaux insectivores. On doit au contraire se méfier du labour estival grâce auquel certains exploitants sont tentés de se débarrasser à la fois du Doryphore et des visites administratives: c'est une pratique fort répréhensible dont il faudrait punir sévèrement les adeptes.

Quant au choix de variétés résistantes, la question est à l'étude : ce qu'on peut en dire actuellement, c'est ce que disait déjà Riley, à savoir que les variétés hâtives et les variétés à feuilles tendres sont en général les plus touchées.

B. *RAMASSAGE*

La destruction directe après ramassage est un moyen simple et pratique. A l'état de grosses larves ou d'insectes ailés, les Doryphores sont en effet assez gros et assez visibles sur le feuillage pour être pris à la main ; comme je le disais dans mon premier mémoire, il n'est pas de moyen d'extermination plus sûr que celui-là : il empêche la ponte, qui commence peu après la formation des adultes ; il empêche aussi la nymphose des larves ;

il est susceptible de conjurer ou de prévenir l'accrochage des foyers et la dissémination des reproducteurs.

Le ramassage peut à lui seul constituer un système d'extinction. Il consiste à rechercher au jour le jour les insectes qui se présentent au regard. C'est une opération à la portée de tout le monde. Les femmes, les enfants peuvent y prendre part, aussi bien, sinon mieux, que les hommes. Ayant moins à se baisser, étant plus souples et souvent plus observateurs, les enfants réussissent tout particulièrement. Aussi, pour déceler la présence de Doryphores sur un champ ou pour les y ramasser, rien ne vaut une équipe d'écoliers, comme nous en avons organisé ou vu organiser en maints endroits dès l'origine de l'invasion. Je renvoie pour les détails à ce que j'ai déjà écrit en 1923 (1).

Deux points sont très importants à noter, tous les deux en rapport avec le danger du transport d'insectes vivants :

1° Il faut se méfier des vêtements, les secouer, retourner les poches avant de quitter le champ, s'inspecter mutuellement pour éviter d'emporter par mégarde quelque dangereux reproducteur ;

2° Il faut tuer sur place les insectes qu'on a recueillis.

L'écrasage immédiat n'est guère pratiqué, sauf de la part d'exploitants uniquement soucieux de libérer leurs cultures. Les ramasseurs habituels veulent montrer leurs récoltes, pour justifier leur zèle et par émulation. Il convient donc de munir chacun d'un récipient étanche (flacon, bidon, ou boîte métallique) contenant un liquide insecticide dans lequel les Doryphores sont tués à brève échéance (2). Le liquide le plus commode est le pétrole qu'on trouve facilement dans toutes les campagnes ; il n'est pas nécessaire de l'employer pur, il suffit d'en mettre une bonne couche au-dessus de l'eau. Le benzol, l'alcool à brûler rendraient le même service.

En opérant ainsi, on a non seulement la sécurité, mais on rend possible l'attribution de primes. Les primes au ramassage, dont j'ai précédemment détaillé le principe (3), ont donné, les premières années, des résultats considérables. Grâce à elles, les communes très envahies de la tache d'origine, en Gironde, ont été nettoyées de façon nette en deux ans ; si le Doryphore y est demeuré à l'état diffus, l'intensité du mal s'est trouvée fort réduite à partir de 1924. Il s'agissait alors de primes au ramassage public ; il suffit pour en mesurer l'importance de rappeler que le montant des primes attribuées en Gironde en 1923 (54.000 francs) correspond à la destruction directe de 46.000 Doryphores adultes et de 65.000 feuilles porteuses de pontes.

(1) *Annales des Epiphyties*, IX, 4, p. 230.

(2) L'emploi d'un flacon à cyanure ou de tout autre dispositif émettant des vapeurs insecticides est à déconseiller.

(3) *Loc. cit.*, p. 230.

On a critiqué le système en y voyant un gain trop facile et une occasion d'abus : des femmes, des enfants ont gagné de belles journées ; d'aucuns ont peut-être négligé de détruire les larves parce que les adultes seuls étaient comptés ; beaucoup de gens ont profité de l'aubaine. Mais les foyers se sont réduits, et n'est-ce pas l'essentiel ?

La récompense, sous une forme ou une autre, est un encouragement. Les ramasseurs bénévoles et gratuits sont rares. Ceux qu'on paye à l'heure, sans tenir compte de leur zèle respectif, perdent volontiers leur temps. Ceux qu'on rétribue « aux pièces », en tout ou partie, font un travail beaucoup plus fructueux. J'en ai fait l'expérience, non seulement pour le Doryphore, mais pour d'autres insectes, notamment pour les Otiorhynques lors de la grande invasion de Saint-Pierre-d'Oléron.

Au début, comme il fallait surtout aller vite, nous avons insisté pour que, dans la grande tache du Médoc, un appel pressant fût fait aux collecteurs volontaires. Cela aboutissait à l'uniformisation des primes offertes par la Direction des Services agricoles. L'idéal serait plutôt de graduer la récompense d'après la difficulté du travail, c'est-à-dire de l'augmenter à mesure que les insectes se font plus rares. Cela n'est pas toujours commode dans le ramassage public, étant donné que la densité varie beaucoup d'un point à l'autre du même département ; c'est facile au contraire dans une organisation locale, conduite par un agent responsable, dont la mission consiste à épuiser les possibilités du ramassage sur un point donné du territoire.

Un bon système est celui qui a été employé, par exemple, à Saint-Germain-de-Salembre en 1923 et qui fut plus tard adopté dans les Deux-Sèvres par M. Lefort : la prime offerte, pour l'épuisement d'un foyer isolé, à une ou plusieurs personnes, qu'on récompense de plus en plus fort pour chaque insecte découvert (1).

On a parlé d'une action venimeuse exercée par les liquides qu'exsude le Doryphore. Une expérience, basée sur de très nombreux ramassages, nous assure qu'il n'y a aucun danger à craindre à ce point de vue ; je mets à part, bien entendu, le cas de personnes qui auraient à la main une plaie ouverte, comme celle dont parle Riley. Aussi, ne me paraît-il pas nécessaire de préconiser l'emploi général des gants ou celui de pinces spéciales comme on en utilisa jadis en Amérique.

Les plateaux, cuvettes, appareils collecteurs promenés le long des rangs de Pommes de terre facilitent la récolte d'insectes surabondants, mais, dans les ramassages courants, ils ne donnent qu'un résultat imparfait, en raison de la difficulté qu'on éprouve à les abaisser suffisamment, surtout aux premiers temps de la pousse.

(1) Cette prime est allée jusqu'à 5 et même 10 francs par insecte ; mais elle a permis l'épuisement total de plusieurs foyers.

Aucun système mécanique ne vaut le simple ramassage à la main. Toutefois, bien qu'il permette de prendre les insectes partout, en bas comme en haut des pieds, d'un côté comme de l'autre et même au milieu du feuillage, il les épuise rarement du premier coup ; l'une de ses caractéristiques est précisément qu'il doit être renouvelé. Pour s'en rendre compte, il suffit de parcourir un champ moyennement envahi dans lequel les ramasseurs viennent de passer : on y trouve d'autres insectes, même tout de suite, *a fortiori* quelques heures après ou le lendemain. Il s'agit parfois de nouveaux adultes montés du sol ou de larves qui, au premier ramassage, étaient trop petites pour être prises ; mais il s'agit aussi d'insectes qui étaient tout d'abord cachés au regard et qui sont venus à découvert.

C'est ainsi que, dans un champ du Taillan où, dès les premiers jours de septembre, nous avions déjà ramassé 2.000 adultes environ, la cueillette, renouvelée 8 fois du 10 au 22 septembre, nous en donnait encore 125, 135, 145, 280, 90, 80, 160 et 130, dans une période où il en entre dans le sol plutôt qu'il n'en sort. On ne saurait donc trop insister sur la nécessité de poursuivre la surveillance et, s'il y a lieu, le ramassage sur tous les foyers.

Si le ramassage est à lui seul un excellent moyen de lutte contre le Doryphore, il est aussi le complément, ou plutôt le prélude essentiel, indispensable, de tout traitement insecticide. On ne devrait jamais faire appel aux produits chimiques sans avoir pratiqué avec grand soin la cueillette des adultes, parce que, même avec les bouillies ou poudres faiblement insectifuges, on ne peut se défendre de produire quelque gêne dans les habitudes des reproducteurs et que cela peut contribuer à les faire partir.

Le ramassage intéresse essentiellement les insectes adultes et les grosses larves. La recherche des nymphes est l'affaire des contrôleurs ou prospecteurs, qui fouillent le sol et criblent éventuellement la terre pour déceler leur présence sur des foyers importants, par exemple ceux dont la position est très avancée et, par suite, très menaçante pour le reste du pays. Cette recherche des nymphes est difficile et ne saurait constituer un procédé de destruction recommandable ; il est beaucoup plus simple d'arroser d'hydrocarbure l'emplacement suspect ou d'y injecter du sulfure de carbone.

On fera bien d'encourager le ramassage des pontes qui, lui, est facile : il suffit de retourner le feuillage d'un revers de main après avoir cueilli adultes et grosses larves. On pourrait même, pour cela, faire passer successivement deux personnes, dont l'une ramasserait les insectes et l'autre rechercherait les œufs (1).

Quant aux jeunes larves, il faut, pour les prendre, enlever les feuilles

(1) On peut dans ce cas, soit ramasser les feuilles porteuses de pontes, soit écraser celles-ci en pressant le limbe entre le pouce et l'index.

qui les portent ; lorsqu'un pied en est très infecté, il est souvent plus avantageux de le détruire sur place par le feu.

C. *MOYENS PHYSIQUES*

CHALEUR. — La chaleur est un élément physique dont il y a lieu de tenir aussi grand compte ; mais l'Insecte qui nous occupe offre à son action une assez grande résistance.

On sait que les Doryphores supportent en plein champ des températures élevées. Tower a noté qu'en avril 1904, les hivernants demeuraient vivants sur des points où la température avait atteint 60° et 65°. Breitenbacher a constaté d'autre part, que la température mortelle, comprise entre 58 et 60° pour des sujets contenant une forte proportion d'eau, était plus élevée encore (de 1° à 5°) pour ceux qui avaient subi un desséchement. La question a pour nous un double intérêt : d'une part, il fut question en 1923 d'utiliser la chaleur comme moyen de désinfection éventuelle des tubercules ; d'autre part, on a fait grand cas de l'utilisation des lance-flammes de l'armée.

Avant de revenir aux essais du plein champ, je dois rapporter quelques expériences faites, à l'étuve, par M. Dieuzeide, en 1923, les unes en milieu sec, les autres en milieu rendu humide par évaporation d'eau. Il s'agit d'insectes adultes, placés chacun dans une boîte en carton recouverte de mousseline.

Les essais du 20 mars concernaient 5 Doryphores.

Le premier a été tenu dans l'étuve à 55° pendant 10 minutes ; au bout de ce temps, il est bien vivant et présente seulement quelques difficultés pour marcher ; il semble s'appuyer sur l'extrémité de ses tibias, comme si la force de ses tarses était diminuée. Replacé pendant 1 heure à une température variant de 55 à 58°, il n'est pas tué, mais paraît singulièrement étourdi au sortir de l'étuve ; couché sur le dos, il remue les pattes. Il fait de même au bout de 15 heures. A ce moment, M. Dieuzeide l'a posé pendant une minute sur un verre de montre garni d'eau. L'insecte est demeuré vivant plusieurs jours.

Le second sujet, après 20 minutes à 55°, est actif, simplement gêné dans le mouvement de ses tarses postérieurs. Le troisième offre une apparence normale après séjour de 10 minutes à 60°. Le quatrième, éprouvé à la même température pendant 15 minutes, est incapable de marcher. Le cinquième, enfin, traité de même sorte 20 minutes, est très malade, couché sur le dos, ne faisant plus que de légers mouvements des tarses.

Or, tous ces insectes, remis dans des conditions naturelles, en présence de terre et d'herbes (*Poa*, *Lamium*), dans un cristallisoir, sont bien vivants trois jours après, le 23 mars. Au bout d'une semaine, quatre vont et vien-

nent sans paraître gênés le moins du monde ; le seul mort est le n° 1 qui a été successivement éprouvé à 55° pendant 10 minutes, puis de 55 à 58° pendant une heure.

Au cours d'essais complémentaires effectués le 31 mars à la température de 70°, trois Doryphores laissés 10 ou 20 minutes sont morts.

Les essais du 21 mars ont fait intervenir, dans une certaine mesure, l'humidité, grâce à la présence dans l'étuve d'une coupelle garnie d'eau. Deux sujets y sont soumis à la température de 60°, l'un pendant 5, l'autre pendant 10 minutes. Le premier sort de l'épreuve vivant, l'autre paraît mort. Le rescapé, remis à l'étuve 5 minutes, paraît mort lui aussi : mais, deux jours après, on constate que l'un des deux s'est parfaitement rétabli.

Le 24 mars, un Doryphore est soumis à 60° en milieu humide pendant 20 minutes. Il est mort.

Un autre, le 26, après 25 minutes à 60°, est mort également, de même que deux qui ont subi la même température pendant 15 minutes.

En résumé, au mois de mars 1923, en milieu sec, le séjour à 60° pendant 20 minutes n'a pas été fatal aux adultes hibernants et la température de 55 à 58°, maintenue une heure sur un sujet déjà soumis à une épreuve préliminaire, n'a pas elle-même produit un effet immédiat ; ce Doryphore est mort seulement au bout d'une semaine, ce qui permet de ne point affirmer qu'il ait été tué par la chaleur. Celle-ci a été plus efficace en milieu humide. Avec 60° les insectes ont résisté plus de 10 minutes, mais sont morts au bout de 15 ou 20.

La résistance à la chaleur, ainsi appréciée sur des sujets à peine sortis d'hibernation, serait moindre en plein été. Voici par exemple des résultats relevés le 4 août 1927, sous la surveillance de M. Verguin.

Des groupes de 5 Doryphores adultes sont mis en boîtes de Petri et placés à l'étuve, sans intervention d'humidité supplémentaire, pendant des durées variant de 5 à 60 minutes et à des températures diverses. Le tableau suivant résume les résultats, en donnant pour chaque lot le nombre des morts, sur 5.

Températures	Durées en minutes				
	5	10	20	30	60
40 à 50°	0	0	0	0	1
51 à 54°	0	1	5	5	5
54 à 55°	5	5	5		
55 à 57°	5	5			
56 à 58°	5	5			

M. Verguin a noté du reste que les tubercules, mis à l'étuve en même temps que les insectes, n'étaient nullement altérés par le chauffage à ces températures, au bout de ces divers temps. Cette remarque offre un intérêt quant à la désinsectisation éventuelle de pommes de terre au milieu desquelles on craindrait la présence de Doryphores.

Ainsi donc, tandis qu'en mars le séjour de 20 minutes à 60° n'avait pas été fatal, il suffisait en août de 5 minutes à 55° et de 20 minutes entre 51 et 54° pour tuer les insectes. Cette constatation est d'autant plus curieuse que, dans le second cas, la variation de température subie par l'insecte est moindre, étant donné le niveau élevé de la température ambiante. L'explication doit être recherchée dans un état physiologique et physico-chimique différent présenté par les insectes suivant les saisons et suivant l'état d'activité ou de repos, ainsi que l'ont d'ailleurs fait pressentir les auteurs américains.

Les températures voisines de 60° ne se réalisent guère en plein champ ; il serait même très difficile de les produire artificiellement au contact de l'insecte enterré. J'ai déjà montré, par les expériences de 1922 (1), les maigres résultats obtenus par le flambage du sol. Au reste, pendant les essais de lance-flammes, le thermomètre placé sous une épaisseur de terre de 2 centimètres à peine, sur un point balayé par la flamme d'un appareil P 3, manœuvré à 20 mètres de distance, n'était monté que de 24 à 31° ; visé directement à 10 mètres, par deux jets successifs, il avait atteint 44° et n'avait pas dépassé 46° sous l'effet de la flamme maintenue pendant 30 secondes sur lui. Même à faible profondeur, les insectes demeuraient vivants sous le feu de l'appareil, ainsi qu'après la combustion d'un liquide enflammé en nappe sur le sol.

Les expériences de 1923, faites avec un lance-flamme de dimension plus modeste, une lampe de soudeur, ont confirmé cet effet négatif. Des lots de 3 adultes, 3 nymphes et 3 larves ont été placés respectivement à 2, 3 et 5 cm. de profondeur, en même temps que l'ampoule d'un thermomètre à maxima. La flamme, lancée à une distance de 10 cm., a été maintenue 1 minute sur le premier lot, 2 sur le second, 5 sur le troisième, qui est le plus profond.

Dans aucun des trois cas le thermomètre n'est monté au-dessus de 31°. Aucun des insectes n'est mort ; une nymphe du troisième lot n'a pas terminé sa métamorphose, mais cet incident ne semble avoir aucun rapport avec les opérations de flambage, qui furent, somme toute, absolument négatives.

(1) *Ann. Epiph.*, IX, 4, p. 242.

Pour répondre au désir exprimé par M. Rabaté, j'ai aussi examiné l'effet d'une pulvérisation d'eau aussi chaude que possible dirigée sur les pieds de pommes de terre garnis d'insectes.

Le 26 mai 1923, un petit appareil pulvérisateur garni d'eau bouillante est réchauffé dans une bassine d'eau en ébullition, jusqu'au moment de la pulvérisation. Le jet du pulvérisateur est alors vivement dirigé sur un rameau portant des larves : 5 jeunes (4 à 5 jours) et une âgée (10 jours). Un litre est pulvérisé sur elles dans ces conditions ; toutes sont cependant bien vivantes après cet arrosage. L'épreuve étant renouvelée avec de l'eau aussi chaude que possible, deux sont mortes ; les quatre autres, dont deux sont malades, sont placées en observation sur du feuillage frais ; 4 jours plus tard, il y a 3 mortes et 3 bien vivantes.

Il semble donc qu'on ne doive guère compter davantage sur l'eau chaude contre les Doryphores du feuillage que sur la flamme contre ceux du sol. L'action de la chaleur ne peut, en somme, être utilisée que dans le cas de flambage direct des insectes ; les lance-flammes sont pour cela une complication inutile et rien ne vaut, comme simplicité et comme résultat, la flambée de paille ou de brindilles sèches qu'on allume autour des pieds garnis de jeunes larves (1), pour les rôtir, ou les brasiers sur lesquels on porte ces pieds une fois coupés ou délicatement tirés du sol.

Le feu reste donc, malgré tout, un élément précieux de la lutte, mais il ne faut pas attendre de lui plus qu'il ne saurait donner ; il faut y renoncer pour la destruction des stades souterrains.

SUBMERSION. — Parmi les agents physiques, à côté de la chaleur, une place revient à l'eau. C'est un facteur de destruction utilisé contre différents insectes. On sait par exemple quel grand rôle a joué la submersion dans la défense des vignobles de palus contre le Phylloxéra.

On pouvait songer à la mise en jeu du même procédé pour éteindre les foyers doryphoriques situés en terrains favorables. Un fait semble appuyer cette hypothèse ; il a trait aux champs fertiles de la plaine d'Eysines, qui subissent périodiquement des submersions partielles, par compartiments, très efficaces notamment contre les Courtilières et sans doute aussi contre le Doryphore. En fait, le ravageur de la Pomme de terre s'est fort peu développé dans cette commune et n'y a même pas été signalé de 1922 à 1929, malgré le voisinage des foyers graves du Taillan, de Blanquefort et de Bordeaux. Il est vrai qu'il y a une seconde cause à faire valoir : la culture des pommes de terre y est faite uniquement comme primeur,

(1) Le ramassage des doryphores adultes s'impose dans ce cas d'une façon toute particulière, car, stimulés par la chaleur du foyer, ils auraient une tendance plus grande à émigrer.

la récolte a lieu en juillet et le Doryphore n'y trouve guère d'aliment dans la seconde partie de la saison.

Un autre fait semblait en apparence contrecarrer celui-ci. C'est l'exemple du foyer des Docks de Bordeaux, situé dans un quartier inondé presque chaque hiver et qui, cependant, a persisté avec une intensité progressive de 1923 à 1929. D'après les « on dit », cet emplacement était submergé comme le reste ; pour en avoir l'assurance et malgré les difficultés du moment, je m'y suis rendu l'année dernière en pleine période de grandes inondations, en compagnie de M. Meilhan, et j'ai pu constater que, si l'ensemble du terrain se trouvait franchement recouvert, la partie correspondant au gros foyer formait au contraire un îlot légèrement surélevé et nettement épargné par le flot.

A l'appui de ces deux exemples qui, loin de se contredire, militent en faveur du rôle bienfaisant de la submersion, il est intéressant de noter expérimentalement ce que fait sur le Doryphore un séjour forcé dans le milieu liquide. Nous avons déjà vu que l'eau joue un rôle au point de vue transport, et que le degré d'humidité du sol exerce une influence importante sur l'entrée ou la sortie de terre, sur la profondeur à laquelle s'enfoncent les sujets pour la nymphose ou le repos, et, faudrait-il ajouter, sur la mortalité qu'ils subissent au cours ou à la suite de ce séjour.

En comparant l'adulte et la larve, on constate tout d'abord que, si le premier flotte pour ainsi dire indéfiniment et se laisse porter, l'autre tombe au fond après quelques minutes, 1 heure au plus.

En 1923, j'ai chargé M. Dieuzeide d'examiner ce qui advient de Doryphores maintenus au fond de l'eau. Le 11 mai 1923, 4 adultes ont été enfoncés sous 8 centimètres d'eau et remontés au bout d'un temps variable : 1/2 heure, 1 heure, 1 heure 1/2 et 3 heures 1/4. Tous étaient alors bien vivants : le dernier seul présentait des signes pouvant être interprétés comme un dépérissement. Deux autres, laissés dans l'eau 48 heures, étaient vivants au bout de ce délai.

Par contre, dans une expérience montée le 14 mai, 4 insectes, maintenus pendant 3 jours 1/4 (75 heures) sous 22 centimètres d'eau, étaient morts, de même que 4 autres maintenus 16 heures de plus.

Une expérience fut installée le 28 mai dans un large bocal, au fond duquel 2 Doryphores étaient placés sous 18 centimètres de terre meuble imprégnée d'eau, celle-ci dépassant la surface de 8 centimètres. Au bout de 3 jours, les deux étaient vivants, quoique peu actifs ; le 1er juin, on comptait 1 vivant et 1 mort.

Dans une dernière expérience, établie dans les mêmes conditions le 30 mai, les insectes, enlevés le surlendemain, soit après 48 heures, étaient

vivants, mais affaiblis ; ils sont trouvés morts le troisième jour, bien qu'ayant été mis en présence de feuillage de Pomme de terre.

Ces quelques résultats montrent que les Doryphores adultes offrent une certaine résistance au séjour dans l'eau et qu'une submersion de quelques heures n'aurait pas forcément une issue fatale pour les sujets contenus dans le sol.

D. *MOYENS PRÉVENTIFS*

Tous les moyens précédents ont pour but la guérison des foyers, à la réduction et à l'effacement desquels s'attachent l'exploitant et les agents du service de lutte. Mais la défense bien organisée comporte en outre la surveillance et la protection des autres cultures de Pomme de terre, d'autant plus menacées qu'elles se trouvent plus près du mal.

Autour de chaque foyer simple ou multiple, il existe en effet une aire particulièrement exposée à la contamination et qui s'élargit en raison directe de la gravité de l'attaque. J'estimais par exemple, en 1923, que, si on donnait à son rayon 300 mètres pour un point où l'on n'aurait trouvé qu'un adulte, ou quelques-uns arrivés depuis peu de jours, il faudrait logiquement lui donner plusieurs kilomètres pour un foyer massif, ayant résisté plusieurs semaines à toute intervention.

Dans tous les cas les champs de pommes de terre compris dans l'aire suspecte devraient faire l'objet de traitements insecticides préventifs, pour lesquels il n'y aurait du reste qu'avantage à employer la bouillie bordelaise arsenicale ou une autre formule mixte, combattant aussi le Mildiou (1). Il serait même souhaitable que le traitement des abords fût effectué avant celui du foyer, pour que les insectes venant à se déplacer se posent uniquement sur des rameaux empoisonnés (2).

La pulvérisation préventive n'est pas seulement indiquée dans cette aire suspecte. L'idéal serait d'obtenir qu'elle fût appliquée méthodiquement dans toutes les régions de France, sur tous les champs de pommes de terre encore indemnes, afin que le ravageur, trouvant partout des champs au feuillage arseniqué, ne puisse faire souche nulle part.

Un avantage accessoire réside dans ce fait que les ouvriers regardent forcément le feuillage qu'ils traitent ; tous les champs traités sont en

(1) L'emploi de ces bouillies mixtes, en prévenant la maladie cryptogamique, allège la dépense grâce au meilleur rendement de la récolte.

(2) Au reste, sur le foyer lui-même, il serait logique, si c'était possible, de traiter tout d'abord les portions périphériques ou les moins atteintes, l'empoisonnement du feuillage sur un point très envahi, mais surveillé, étant moins utile qu'autour.

même temps prospectés, en sorte que les applications préventives peuvent hâter certaines découvertes.

La prospection est d'ailleurs la base indispensable de la défense, car on a tout avantage à connaître les foyers au moment de leur formation, ou peu après, avant l'accrochage au sol. En imposant la déclaration obligatoire du Doryphore à tout propriétaire qui aura « *constaté* sa présence dans un champ lui appartenant ou cultivé par lui », la loi sous-entend l'obligation de surveillance.

C'est aussi le but essentiel de la propagande, organisée tout d'abord par quelques offices agricoles du Sud-Ouest et par la Société de Zoologie agricole, puis par le Service de la Défense des Végétaux. Des notes à la presse, des circulaires aux Mairies, des communiqués aux Syndicats, des causeries et conférences faites d'une part aux adultes, dans les réunions du soir et du dimanche, d'autre part et surtout aux enfants des écoles, qui sont de précieux intermédiaires, permettent d'enseigner la gravité du risque et le devoir qui s'impose dans l'intérêt national et mondial, et même dans l'intérêt particulier. Il faut convaincre les exploitants que, si le fléau peut être enrayé, ils ne sauraient en avoir raison tout seuls et doivent d'urgence faire appel aux services agricoles ; il est bon de leur rappeler les prescriptions des lois, décrets et arrêtés, non pas tant pour les menacer de sanctions pénales que pour leur faire mesurer l'importance du danger au souci qu'en a pris le législateur.

Pour mieux stimuler leur zèle et pour parer à la défection de certains d'entre eux, il est bon d'organiser une prospection officielle servant d'exemple et susceptible de découvrir le mal en dehors d'eux. Il faut pour cela, dans toutes les communes, rechercher des personnes de bonne volonté, à défaut d'un Syndicat de défense, qui serait le parfait intermédiaire. Pourquoi ne pas faire appel aux médecins et médecins-vétérinaires qui vont dans toutes les fermes ? Pourquoi ne pas intéresser à la question les agents de tous les services qui ont à faire dans les campagnes : cantonniers, facteurs, gendarmes, gardes des eaux et forêts, etc., en leur faisant adresser des circulaires par leurs chefs hiérarchiques ?

Le rôle prépondérant revient à l'instituteur : une leçon de choses faite habilement, à bonne époque, est la meilleure des propagandes ; elle provoque généralement la visite immédiate de presque tous les champs et l'apport à l'école d'échantillons suspects. Nous avons de ce rôle maints exemples fameux.

Aussi me semble-t-il que l'inspecteur d'Académie devrait faire partie de droit du Comité départemental de lutte contre le Doryphore.

E. *CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES*

METHODE. — En somme, la méthode mise en pratique en France comprend surtout :

1° la prospection générale des cultures de Solanées, notamment de pommes de terre, y compris les terrains cultivés l'année précédente ;

2° des précautions culturales ayant pour but de maintenir, sur tout emplacement de foyer, du feuillage propice à l'alimentation du Doryphore (1) aussi tard que possible à l'automne et de le renouveler aussi tôt que possible au printemps de l'année suivante ;

3° le ramassage méthodique et répété des insectes adultes, des grosses larves et des pontes, complété au besoin par le grillage au feu des pieds garnis de jeunes larves ;

4° le traitement insecticide du feuillage, effectué à titre préventif au moyen de bouillies mixtes cupro-arsenicales, à titre curatif, au moyen de pulvérisations simples d'arséniates insolubles, les poudrages arsenicaux ne pouvant, en l'état de notre législation, être utilisés qu'à titre expérimental et par des équipes officielles ;

5° le traitement du sol aux hydrocarbures ou au sulfure de carbone, sur les champs où le cycle du ravageur s'est accroché par la formation de stades souterrains, les premiers produits, beaucoup plus coûteux, ne convenant guère qu'à de tout petits foyers.

Le traitement du feuillage restera sans doute seul dans les opérations d'entretien dont l'usage courant permettra plus tard de faire une bonne récolte malgré la présence du ravageur définitivement acclimaté. Mais, à l'heure présente et dans une lutte officielle qui vise l'extinction de chaque foyer, tous les éléments ont leur importance ; on les combine de façon diverse selon les cas. Rappelons tout d'abord que nulle pulvérisation ne doit être faite sans être précédée d'un ramassage sévère et que tout foyer accroché qui ne peut être l'objet d'une surveillance constante est justiciable d'un traitement du sol.

Pour prendre exemple sur des cas définis, constatons qu'en général le foyer nouveau, créé par un insecte, ou par un très petit nombre, débute sur quelques pieds, chaque femelle déposant ses œufs de-ci de-là, dans un cercle restreint. Si le sol est assez meuble, c'est au-dessous et autour de ces pieds que les larves, devenues grosses, s'enfouissent et se nymphosent. C'est donc là qu'il sort, au bout de 30 à 35 jours, une ou plusieurs cen-

(1) Il s'agit de feuillage de Pomme de terre, mais celui-ci peut être au besoin remplacé par le feuillage d'Aubergine ou de Douce-Amère ; la Tomate, la Morelle, le Datura, moins attractifs, ne sauraient jouer un rôle équivalent.

taines d'adultes, les uns s'éparpillant sur quelques ares, d'autres gagnant les cultures d'alentour, d'autres essaimant au loin. Pour une attaque commencée au printemps, plusieurs hectares peuvent être envahis en deux ans, de proche en proche, à l'état massif, ce pendant que de très nombreux foyers secondaires auront été créés à plusieurs kilomètres, quelques-uns à plusieurs dizaines de kilomètres, dans la direction la plus favorable au vol.

La conduite à tenir sur chaque point dépend à la fois des circonstances locales et, surtout, du degré d'attaque réalisé au moment de l'intervention.

Si l'on a trouvé un seul adulte, et rien de plus, il faut faire du champ et de ceux d'alentour une visite minutieuse, renouvelée tous les jours pendant une semaine, tous les 4 ou 5 pendant au moins un mois de plus, avant de se contenter de la surveillance normale à laquelle doivent être soumises toutes les cultures. La découverte d'un seul insecte adulte éveille donc l'attention et déclenche une surveillance spéciale, mais elle ne saurait logiquement faire considérer le champ comme un vrai foyer doryphorique (1); c'en est un en puissance si l'insecte est une femelle fécondée, ce n'en est pas un s'il s'agit d'une femelle nubile (2) ou d'un mâle.

Si l'attaque porte sur quelques pieds épars, avec uniquement des pontes, des larves jeunes et peu ou pas d'ailés, si on a l'impression nette d'une arrivée toute récente, on procède attentivement au ramassage jusqu'à l'épuisement, puis on traite le feuillage en insistant sur les abords : on renouvelle l'examen tous les jours, la pulvérisation toutes les semaines jusqu'après la disparition totale des insectes ; on maintient la surveillance jusqu'à la fin de la saison et on la recommence au printemps.

La découverte de plusieurs adultes sur un même point, sans autre forme, peut tenir à l'arrivée simultanée, récente d'un groupe ; mais, dans un champ éloigné de tout foyer connu, il faut craindre plutôt qu'il s'agisse de la sortie d'insectes ayant fait sur place leur métamorphose et descendant de la femelle fondatrice. La conduite à tenir serait alors celle qu'on préconise sur tout foyer accroché.

La présomption d'accrochage est donnée, à un degré moindre, par la découverte exclusive de grosses larves, et la certitude existe si l'on a à la fois, en nombre, grosses larves et adultes, ou si l'attaque du feuillage par les jeunes larves forme une tache diffuse. Dans ces divers cas, les ramassages sont faits tous les jours et les traitements du feuillage renouvelés de semaine en semaine, toujours après ramassage, jusqu'à la disparition complète. On traite le sol soit par arrosages d'hydrocarbures, soit par injection de sulfure

(1) Cependant, les points sur lesquels on a trouvé un insecte ont été déclarés officiellement et ont donné lieu presque toujours au classement de la commune en zone contaminée.

(2) Les observations faites jusqu'à présent ne permettent pas de croire à la possibilité de reproduction parthénogénétique.

de carbone, tout au moins pour les foyers où la sortie des adultes ne peut être surveillée de façon constante et sur ceux que leur position rend particulièrement dangereux.

Quel que soit le degré du foyer, la surveillance spéciale doit être maintenue au moins jusqu'au printemps de l'année suivante, ainsi que les précautions culturales et le traitement préventif d'alentour.

RESULTATS. — Cette méthode de lutte est très efficace ; elle permet de supprimer radicalement le Doryphore sur tous les points où elle est appliquée avec énergie et constance ; le résultat est obtenu très vite dans le cas de foyers superficiels ou de très petits foyers accrochés, beaucoup plus lentement dans le cas de gros foyers, mais il est toujours positif. Il est facile d'en donner des preuves ; je ne prendrai pas d'exemples parmi les attaques simples et bénignes, mais précisément dans les situations graves et de prime abord désespérées.

Le foyer découvert en 1925 près du bourg de Busserolles en offre un très caractéristique. Il s'étalait en masse sur 3 hectares, si densément envahis que, dans les 15 premiers jours, on y recueillit au moins 6.000 adultes, 50.000 larves et plusieurs milliers de feuilles avec pontes. Les instituteurs et institutrices, avec leurs 80 élèves, ont constitué une remarquable équipe de ramassage, qui a fonctionné tous les jours durant toute la période nécessaire (Pl. II, 2).

Puis M. Beylot, contrôleur-chef du département de la Dordogne, un de ceux qui se sont le plus dévoués pour la lutte, apporta l'arséniate de plomb, les pulvérisateurs, plus tard le sulfure de carbone et les pals, et les traitements furent appliqués avec tout le soin désirable. Dès la fin juillet 1925, on traitait à l'arséniate de plomb, puis en septembre au sulfure, et déjà les ramassages ne donnaient plus de résultats à partir du 20 août.

En 1926, 1927, 1928, 1929, on a méthodiquement replanté des pommes de terre sur le même emplacement, au risque d'avoir une récolte amoindrie, et les traitements ont été continués régulièrement. En 1926, on ramassait encore 2.500 insectes, jusqu'au 15 juillet ; en 1927, un très petit nombre ; en 1928, plus du tout : le foyer était éteint.

Cette commune se trouve malheureusement en plein territoire contaminé du Limousin, ce qui fait que les vols d'insectes y ont fait apparaître d'autres foyers, guéris et remplacés à leur tour.

L'exemple de Pouydesseaux n'est pas moins net. On y a découvert deux attaques assez importantes en 1924, chacune avec des larves et de nombreux insectes adultes. Les traitements à l'arséniate et au sulfure de carbone ont fait disparaître l'année même et de façon définitive (jusqu'à 1930 inclus) l'un des deux foyers ; l'autre, considéré comme éteint parce qu'il ne don-

nait aucune manifestation en 1925, s'est réveillé légèrement en 1926, puis a disparu à son tour complètement.

Mais, entre temps, en 1925, d'autres foyers sont apparus dans ladite commune, et l'un d'eux était très grave puisqu'il a donné, avec beaucoup de larves, 300 insectes adultes les deux premiers jours, environ 4.000 au cours de la saison.

Soumis aux traitements réguliers du feuillage et du sol et maintenu en surveillance, il donne encore 120 Doryphores adultes en 1926, 160 en 1927, puis plus aucun à partir de 1928.

La commune est d'ailleurs libre de tout foyer en 1928 et 1929 et, si le mal y reparaît en 1930, c'est sur d'autres points.

Le nombre des foyers ainsi effacés est très grand. Leur énumération et surtout leur repérage d'après les lieux dits seraient difficiles. Mais on relève aisément les communes ; plusieurs d'entre elles, contenant un ou plusieurs champs doryphorés, en ont été libérées ; citons, par exemple, celles d'où le Doryphore a été évincé pendant au moins trois années complètes, c'est-à-dire sur lesquelles il n'a pas reparu ou ne s'est montré de nouveau, sur un point différent, qu'au cours ou au delà de la quatrième année suivant celle de la disparition.

Ainsi, jusqu'à 1930 inclus, on n'a pas revu de Doryphores :

depuis 1922, à Bègles, La Brède, Jau-Dignac (Gironde) ;

depuis 1923, à Andernos, Bommes, Lucmau, Naujac (Gironde) ; Brantôme (Dordogne) ; Saint-Laurent-de-Montmoreau, Cellefrouin (Charente) ; Sainte-Ramée, Coux (Charente-Inférieure) ;

depuis 1924, à Sauternes, Guitres (Gironde) ; Mainxe (Charente) ; Valeuil (Dordogne) ;

depuis 1925, à Saint-Vincent-de-Paul (Gironde) ; à Richet, Argelouse (Landes) ; Montpellier-de-Médillan (Charente-Inférieure) ; Frontenay-Rohan-Rohan (Deux-Sèvres) ;

depuis 1926, à Saint-Privat-des-Prés, Saint-Vincent-Jalmoutiers (Dordogne) ; Saint-Gence (Haute-Vienne) ; Chantecorps (Deux-Sèvres) ;

depuis 1927, à Saugon, Cazalis (Gironde) ; Barbezieux (Charente) ; Milhaguet, Saint-Priest-Ligoure (Haute-Vienne).

D'autre part, après une première invasion régulièrement combattue, l'Insecte a disparu :

pendant 7 années complètes : de 1922 à 1930, à Gaillan, Pessac, Saint-Jean-d'Illac, Cestas (Gironde) ;

pendant 6 années : de 1922 à 1929, Camiac-et-Saint-Denis (Gironde) ; de 1923 à 1930, à Queyrac, Lafosse, Bourideys, Pauillac, Le Porge (Gironde) ;

pendant 5 années : de 1923 à 1929, à Lugos, Le Temple, Biganos,

Salles, Béliet, Hostens, Eysines, Lège (Gironde) ; de 1924 à 1930, à Tauriac (Gironde) et Saint-Fort-sur-Gironde (Charente-Inférieure) ;

pendant 4 années : de 1923 à 1928, à Balizac, Mios, Arès (Gironde) ; de 1924 à 1929, à Mérignac, Lagorce (Gironde) ; Saint-Germain-de-Salembre, Saint-Michel-de-Léparon (Dordogne) ; de 1925 à 1930, à Belin, Saint-Savin-de-Blaye et Cussac (Gironde) ;

pendant 3 années complètes : de 1925 à 1929, à Carcans, Hourtin, Lapouyade, Saint-Laurent-d'Arce, Marcenais (Gironde) ; Chepniers, Saint-Pierre-du-Palais, Cercoux (Charente-Inférieure) ; de 1926 à 1930, à Brach, Cubnezais, Origne (Gironde) ; Beauronne, Sorges (Dordogne) ; Eymoutiers (Charente) ; Belhade (Landes).

Cela représente 30 communes pour la première liste et 45 pour la seconde, au total 75 considérées comme ayant été guéries, sur les 209 qui ont été touchées par le Doryphore entre 1922 et 1927 inclus. La proportion des communes ainsi libérées est de 37 % ; elle serait de 50 % si nous nous contentions de la disparition du mal pendant deux années complètes au lieu de trois, car nous aurions alors à compter comme telles Périgueux, Saint-Paul-la-Roche (Dordogne) ; Chéronnac, Aixe-sur-Vienne (Haute-Vienne), Bonneville, Saint-Germain (Charente) ; Bourriot, Sarbazan, Garein, Mano, Lencouacq, Saugnacq, Luxey, Biganon, Le Sen, Pouydesseaux (Landes), Boscamnant (Charente-Inférieure); Marigny (Deux-Sèvres) ; Martignas, Lamarque, Arcins, Saint-Mariens, Pugnac, Saint-Girons, Ambarès, Préchacq, Pompéjac (Gironde).

Ces guérisons ont été si nettes que le front de l'aire envahie est demeuré pendant deux ou trois années à peu près sur la même ligne et qu'il fut même possible de faire une délimitation régressive. C'est ainsi que le canton de Gémozac, en Charente-Inférieure, a fait retour en deux étapes au territoire libre et que nombre de communes contaminées ont repassé pour un temps dans la zone de protection. Il est vrai que les progrès d'ensemble de l'invasion les ont fait englober de nouveau, en 1930 et 1931, dans la grande zone contaminée massive.

En regard de ces bons résultats, on pourrait, hélas ! citer d'autres communes où la signalisation des foyers, puis leur destruction ont été fort négligées ; nous avons été les témoins de fautes regrettables ; nous avons vu des champs à l'abandon constituer pendant des semaines, ou pendant des mois, des centres d'élevage et de dissémination, toutes prescriptions y restant lettre morte, et la menace des sanctions inscrites dans la loi n'inspirant aux exploitants nulle crainte à défaut d'exemples.

A ceux qui se demandent pourquoi, disposant de moyens très efficaces, on n'a pas étouffé l'invasion doryphorique, pourquoi elle a progressé d'une

année à l'autre et bien plus vite dans les deux dernières, il est facile de répondre :

Rappelons tout d'abord que la puissance de multiplication d'un Insecte tel que le Doryphore est énorme et que l'extermination des innombrables reproducteurs déjà disséminés, lors de la découverte initiale, sur tout un grand département et même hors de ses limites, était une tentative ardue, dont la réalisation eût exigé une grande énergie. Ajoutons que les invasions analogues n'ont jamais été conjurées et que les mesures prises en pareille occurrence n'ont été que des palliatifs. Des exemples nous sont donnés en Europe par le Phylloxéra, de triste mémoire ; par l'Eudémis, qui a gagné tous les vignobles de France ; par la Mouche des fruits, qui tient tout notre Midi et s'installe dans le Sud-Ouest ; par la *Diaspis pentagona*, si vite naturalisée en Italie ; par l'*Icerya purchasi*, dont il paraissait cependant facile d'éteindre les premiers foyers français localisés en 1912 dans la presqu'île du cap Ferrat. Et n'en fut-il pas de même en Amérique pour le Dispar et pour le Chrysorrhé, pour la Mouche de Hesse, pour la Pyrale du Maïs, pour le Pou de San José et pour *Popillia japonica* ? L'histoire de l'invasion du Doryphore aux Etats-Unis n'est-elle pas démonstrative ? Il a dévalé du Colorado jusqu'à l'Océan sans qu'on ait même l'idée de l'arrêter en chemin.

Au stade où en était le mal dès 1922 dans le Bordelais, dès 1925 dans le Limousin, l'entreprise de l'extinction était donc sans exemple ; mais, sincèrement, je l'ai crue tout à fait possible, et je crois encore qu'elle l'était, étant donné, d'une part, ses limites connues et, d'autre part, les beaux résultats obtenus partout où l'on agissait à fond. Aussi, d'accord avec M. Marchal, ai-je poussé de toutes mes forces à la croisade contre l'envahisseur, malgré le scepticisme et l'apathie dont nos cris d'alarme étaient accueillis par beaucoup de personnes.

Or, en admettant que l'extermination fût réalisable, ainsi que j'en ai la conviction, le succès devait être compromis par deux grands facteurs : la non déclaration des foyers et le retard ou l'insuffisance des interventions.

Il y eut tout d'abord l'énorme quantité des centres méconnus, c'est-à-dire des foyers non signalés en temps normal et repérés officiellement au bout de deux ou trois années d'activité, après avoir fait une large tache d'huile et créé, par dissémination, beaucoup de points nouveaux, en partie méconnus à leur tour : je puis citer en exemples, en dehors des taches primitives du Pian et de Dournazac, celles de l'Ile Cazeaux et d'Illats en Gironde, d'Escalans et Arjuzanx dans les Landes, d'Augignac et Saint-Léon sur l'Isle en Dordogne, d'Etagnac en Charente, de Marval et Saint-Yrieix en Haute-Vienne.

Et parmi les champs doryphorés connus, combien n'ont pas été trai-

tés l'année même ou ne l'ont été que fort mal, par suite de négligence et de mauvais vouloir ? Trop de gens, malgré les objurgations, considérant la question comme tout à fait secondaire, en dépit de ce qu'on pouvait leur dire, ont opposé la force d'inertie, se riant d'une loi dont les rigueurs demeuraient théoriques : tel a retourné son champ plutôt que de s'astreindre à des formalités administratives, tel autre a profité de l'arséniate pour traiter sa vigne, tel autre enfin, bien disposé à faire son devoir, fut éconduit par un Maire qui ne se souciait pas de transmettre sa déclaration. Les exemples d'inaction, de mollesse, ou de longs retards ne manqueraient pas, s'ils étaient de mise.

Ajoutons à cela le défaut d'unité inhérent aux termes de la loi de 1878, et qui rendait aléatoire la coordination des efforts. La décision prise par M. le Ministre de l'Agriculture, en 1930, de remettre la direction et la responsabilité de la lutte, sur l'ensemble du territoire, entre les mains d'une seule personne, était attendue de longue date, depuis 1922.

L'organisation générale ne pouvait être vraiment bonne que dans cette unité, qui faillit être réalisée en 1923 avec M. Rabaté, puis en 1926, avec le Service de la Défense des Végétaux, mais qui ne l'est, en fait, qu'en 1930, c'est-à-dire au bout de 9 ans.

En attendant, les appoints escomptés ont fait défaut : pour parer au mauvais vouloir des exploitants et pour activer l'intervention, les syndicats de défense auraient, à coup sûr, rendu des services énormes; la mentalité particulariste des agriculteurs de la région du Sud-Ouest n'a pas été favorable à leur création, qu'il eût fallu rendre obligatoire. Les équipes communales auraient été d'un grand secours ; mais elles n'ont existé que nominalement ou de façon sporadique. Le système a cependant donné des résultats remarquables partout où il a été adopté (1).

Ce qu'il faut en tout cas dans chaque commune, outre le Maire, que sa qualité d'élu rend parfois timoré, c'est un ou plusieurs responsables, choisis parmi les gens soucieux de l'intérêt général, parce que, à défaut de responsables, le laisser-aller prédomine. Je rappelle à ce propos les services immenses que peuvent rendre et qu'ont rendus déjà les instituteurs. Comprenant tout de suite l'intérêt national et mondial de la question, ils ont, avec l'approbation constante des inspecteurs d'Académie, répondu presque tous à l'appel des directeurs départementaux et l'école a été, dès le début, le point de départ de la propagande, de la prospection et souvent celui de la défense même.

Ces réflexions résument en partie les remarques découlant des recherches

(1) L'équipe volante organisée en 1925 par M. Beylot pouvait servir de modèle : elle était transportée à pied-d'œuvre avec son matériel ; pendant que les ouvriers traitaient le champ, le chef d'équipe prospectait les alentours.

et des constatations faites jusqu'à cette année 1930, au cours de laquelle s'est enfin réalisée l'unification des efforts. L'heure est grave et la situation nécessite une vigilance plus active que jamais.

Si l'extermination est devenue de plus en plus difficile, une forte action commune et dirigée peut retarder la marche envahissante qui obligera tôt ou tard nos agriculteurs à compter avec le Doryphore, devenu Insecte d'Europe. Puisse la triste aventure que nous a valu cet « indésirable » servir de leçon pour notre défense contre les autres ravageurs qui menacent de nous arriver par la suite.

L'éventualité de son installation définitive donne grand intérêt aux recherches sur les ennemis naturels qui feront l'objet de la troisième partie de ce mémoire.

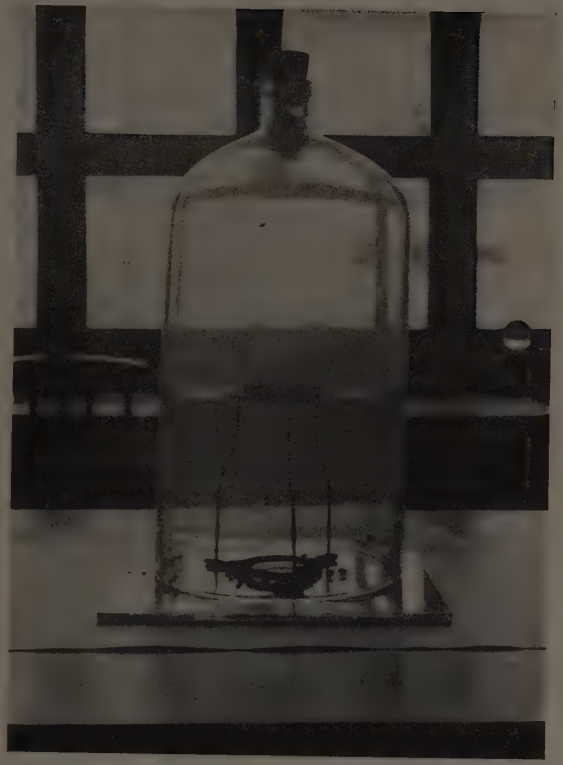


Fig. 1. — Dispositif de la cloche (contenance 17 litres), utilisée pour les essais préliminaires de traitement des tubercules.

Fig. 2. — Dispositif du petit fumigatorium (contenance 1 mètre cube), utilisé pour les essais de traitement des tubercules.

Fig. 1. — Tente en toile goudronnée (contenance 1 mètre cube), employée pour certains essais de traitement des tubercules.

Fig. 2. — Ramassage des Doryphores par des équipes scolaires (foyer de Busserolles, juillet 1925).

FIG. 1. — Traitement par pulvérisateur à traction sur un champ du Limousin (1927).

FIG. 2. — Dispositif d'un essai sur l'action des fumées (1923).

FIG. 1. — Rangs-pièges disposés sur l'emplacement d'un ancien foyer (Le Pian, 1923).

FIG. 2. — Recherche des premiers doryphores sur les pieds de pommes de terre de rangs-pièges.

ESSAIS SUR LA TECHNIQUE BACTERIOLOGIQUE EN PATHOLOGIE VEGETALE APPLICATION A L'ETUDE D'UN CERTAIN NOMBRE DE MALADIES

par F. LABROUSSE

Chef de Travaux à la Station Centrale de Pathologie végétale

SOMMAIRE

I. — INTRODUCTION, p. 221.

II. — TECHNIQUE, p. 224.

A. ISOLEMENT EN CULTURES PURES, p. 224.
B. INOCULATIONS, p. 226.
C. IDENTIFICATION, p. 228.

1. *Caractères morphologiques*, p. 228. — 2. *Caractères culturaux*, p. 233. — 3. *Caractères biochimiques*, p. 236. — a) *développement sur milieux synthétiques*, p. 236. — b) *action sur les composés carbonés*, p. 237. — c) *action sur les composés azotés*, p. 238. — d) *production d'hydrogène sulfuré*, p. 240. — e) *action sur le lait*, p. 240. — f) *action saccharifiante sur les amidons*, p. 241.

4. *Caractères biologiques*, p. 242. — a) *aération*. — b) *température*. — c) *réaction du milieu*.

III. — ETUDE DU *BACTERIUM TABACUM* Wolf et Foster, p. 244.

A. IDENTIFICATION, p. 245.
B. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE, p. 245.

INTRODUCTION

Le rôle pathogène d'un organisme dont la présence est associée à la manifestation d'une maladie chez un végétal ne peut être démontré qu'à la suite d'une expérimentation rigoureusement conduite suivant les règles formulées par KOCH. Il s'agit donc :

1° d'isoler cet organisme en culture pure ;

2° de procéder à des inoculations à l'aide de cet organisme en culture pure, afin de voir s'il en résulte la manifestation d'une affection présentant tous les symptômes caractéristiques de la maladie étudiée ;

3° de réisoler cet organisme à partir des plantes inoculées ayant éventuellement présenté tous les symptômes caractéristiques de la maladie ;

4° d'identifier ce réisolement avec l'isolement original ayant servi à l'infection expérimentale.

L'observation de cette dernière règle est d'une importance capitale. Ce n'est qu'après avoir établi que l'organisme réisolé est identique à l'organisme inoculé qu'on est en droit d'affirmer que l'agent pathogène effectif est bien celui dont l'isolement a pu être réalisé. Sans cette garantie, il y a toujours lieu de craindre que des organismes étrangers à celui qu'on a inoculé, intervenus fortuitement, ne soient la cause importante, sinon exclusive, de la manifestation des symptômes observés à la suite de l'inoculation expérimentale.

Cette identification n'est possible que si une caractérisation très précise des organismes expérimentés est recherchée. Lorsqu'il s'agit de champignons, une connaissance exclusive de leurs caractères morphologiques, lesquels sont relativement précis et faciles à observer, suffit le plus souvent. Mais pour des bactéries, une caractérisation purement morphologique ne saurait être suffisamment précise, compte tenu de la petite taille de ces organismes et de l'uniformité de leur plan d'organisation. Aussi doit-on faire appel à la connaissance d'un ensemble de caractères morphologiques, biochimiques, culturaux, etc..., pour l'établissement de diagnoses biologiques de ces microorganismes.

L'emploi de techniques appropriées destinées à préciser des caractères bien définis peut seul rendre possible une stricte identification des bactéries. Ce n'est qu'à l'identification imprécise des organismes expérimentés, autant qu'à des expériences ne présentant pas la rigueur désirable, que doit être attribuée l'apparition de cette notion que les bactéries phytopathogènes ne sont que des espèces banales adaptées incidemment à la vie parasitaire. Une ébauche de caractérisation ne consistant à mettre en évidence que quelques caractères culturaux mal choisis parce que trop généraux ou imprécis peut à elle seule conduire à cette confusion inévitable d'espèces qu'une étude plus approfondie pourrait faire reconnaître comme étant bien distinctes.

Laurent et Lepoutre formulèrent les premiers cette notion que des bactéries banales pouvaient se transformer en races parasites des végétaux. Erwin Smith mit en doute les conclusions de ces auteurs, compte tenu du manque de précision apportée à la caractérisation des bactéries expérimentées et de l'inobservation des règles les plus élémentaires de l'asepsie au cours de leur expérimentation.

La réfutation la plus sérieuse des assertions de Laurent et de Lepoutre est celle apportée par Hauman-Merck, lequel, ayant été élève de Laurent, est des plus qualifiés pour émettre un avis sur des recherches qui furent réalisées en sa présence. Cet auteur, cherchant à préciser dans quelles condi-

tions se réalisent les altérations microbiennes des organes charnus des plantes, a reconnu que des bactéries banales, telles que *B. coli et B. fluorescens liquefaciens* ne peuvent pénétrer ces organes qu'à la faveur de conditions s'opposant à la subérification normale des membranes des cellules saines contiguës à la zone blessée mise à nue (maintien à l'abri de l'air, plasmolyse ou intoxication de ces cellules). Il ne s'agit donc, dans les cas d'intervention de ces bactéries banales, que d'un parasitisme occasionnel. Cet auteur a de plus démontré qu'un tel parasitisme occasionnel ne faisait acquérir aucune virulence particulière aux microorganismes envahisseurs. Ces faits expérimentaux ramènent donc à leur juste valeur le rôle que peuvent jouer des bactéries banales à l'égard des végétaux. Elles ne peuvent s'établir dans les tissus où on les rencontre qu'à la faveur de conditions physiologiques telles que leur intervention n'est toujours que secondaire et ne saurait en aucun cas être considérée comme la manifestation d'un pouvoir pathogène effectif.

Depuis l'œuvre magistrale d'Erwin Smith et de ses élèves, de nombreux travaux, réalisés avec toute la rigueur expérimentale désirable, sont venus démontrer nettement que les espèces réellement phytopathogènes pouvaient toujours être caractérisées d'une manière stricte, de telle sorte qu'il ne saurait être question de les confondre, ni entre elles, ni avec les bactéries banales.

A notre époque, il ne saurait suffire de déclarer qu'on a la conviction que les bactéries pathogènes des végétaux ne sont que de simples saprophytes devenus parasites à la faveur de conditions prédisposantes, défavorables pour le végétal. Il faudrait apporter des preuves expérimentales indiscutables en faveur d'une telle assertion et, pour cela, commencer par démontrer que les bactéries jouant un rôle pathogène effectif dans la manifestation des maladies des végétaux ne sauraient être distinguées des bactéries banales. De telles preuves n'ayant pas encore été apportées, nous pouvons déclarer, comme le fit Em. Laurent en 1890, avant ses propres errements, que de telles opinions sont « le résultat d'une vive imagination dépourvue du moindre contrôle expérimental ».

La consultation d'un manuel récent de Miss Ch. Elliot, consacré à la monographie des bactéries phytopathogènes, ou du moins signalées comme telles, permet de constater, avec l'auteur, que sur environ 300 espèces rapportées, près de la moitié (128 exactement) ne sauraient être considérées comme effectivement pathogènes pour les végétaux sur lesquels on les a signalées, compte tenu de la démonstration expérimentale insuffisante de leur pouvoir pathogène ou, le plus souvent encore, de leur caractérisation spécifique trop vague pour être significative.

Des travaux affirmant la nature bactérienne d'une maladie chez un végétal sans apporter de preuves expérimentales rigoureuses en faveur de

cette assertion et sans préciser l'identité de l'agent pathogène présumé ne peuvent qu'encombrer inutilement la littérature en demeurant incontrôlables.

Enfin, déclarer que des bactéries banales sont les agents responsables de maladies chez les plantes cultivées ne peut fatalement que faire naître un état d'esprit des plus regrettables chez le cultivateur. En effet, pourquoi aurait-il à envisager l'entreprise d'une lutte directe quelconque contre ces maladies, avec des chances de succès, s'il est décrété que les agents qui en sont responsables pullulent normalement dans le sol ?

Ayant eu à étudier d'une façon spéciale deux affections bactériennes, l'une sur Tabac : le « Feu sauvage », provoquée par *Bacterium tabacum* Wolf et Foster, l'autre sur Haricot : la « Graisse », provoquée par *Bacterium medicaginis* var. *phaseolicola* Burkholder, nous avons pu constater qu'il n'existait actuellement aucun travail de langue française exposant d'une manière suffisamment détaillée les diverses techniques concernant l'isolement et la caractérisation des bactéries phytopathogènes.

Sans apporter ici de faits nouveaux bien saillants à une connaissance actuellement précise de ces deux maladies, nous croyons toutefois utile d'exposer, à l'occasion de ce travail, les diverses techniques que nous avons employées, lesquelles ne sont d'ailleurs que celles généralement adoptées par les chercheurs étrangers se consacrant d'une manière courante à l'étude des maladies bactériennes des végétaux.

Nous insisterons particulièrement sur les techniques permettant d'établir l'identité des organismes que nous avons étudiés, pour bien montrer qu'il est relativement facile d'arriver à un tel résultat.

TECHNIQUE

A. ISOLEMENT EN CULTURES PURES. — L'isolement d'un champignon en culture pure se réalise généralement sans grandes difficultés. Nous entendrons par là qu'il est le plus souvent possible de vérifier de bonne heure, par simple examen microscopique, si le champignon qui se développe dans le tube de culture ensemencé est bien celui dont on tente l'isolement.

Lorsqu'il s'agit d'isoler une bactérie, une telle vérification précoce de l'identité de l'organisme se développant en culture avec celui dont on tente l'isolement est pratiquement impossible. C'est qu'il y a presque toujours développement simultané de nombreuses autres bactéries intervenues secondairement dans le fragment de tissu servant à l'ensemencement. Par suite, l'emploi de la technique d'isolement par simple dépôt sur milieu nutritif d'un fragment d'organe renfermant la bactérie à isoler, conduit fatalement au développement en mélange intime d'une foule de bactéries diverses. Par

la suite, il est fort difficile d'isoler d'un tel complexe l'espèce recherchée.

C'est à l'emploi trop fréquent de cette méthode défectueuse d'isolement qu'on doit cette notion, parfois avancée, qu'une bactérie isolée de tissus malades se révèle sous des aspects de colonies (formes, coloration) très divers. Sans méconnaître qu'il a pu être démontré dans certains cas que de telles « mutations » ou « saltations » apparaissent dans des cultures pures de bactéries, nous sommes porté à croire que, dans la majorité des cas où de telles diversités d'aspects sont signalées dans des cultures bactériennes, surtout dès leur isolement, on se trouve, non pas en présence de cultures pures, mais d'un mélange de diverses espèces.

Une technique bien connue sous le nom de « *technique des dilutions en plaques* », préconisée par Kock et très généralement suivie en bactériologie, supprime facilement les causes d'erreurs qui viennent d'être signalées, car elle permet d'isoler rapidement et avec facilité les divers types bactériens pouvant se développer à partir du matériel ensemencé.

Voici quelle est l'adaptation de cette méthode au cas spécial concernant l'isolement des bactéries phytopathogènes :

1° On prélève un fragment de tissu malade dans une région où la désorganisation complète n'est pas encore réalisée. On évite ainsi la pullulation d'organismes saprophytes qui viendraient compliquer inutilement la purification ultérieure de la culture ;

2° On désinfecte superficiellement ce fragment de tissu, soit en l'immergeant rapidement (1 à 2 minutes) dans une solution de bichlorure de mercure à 1 p. 1000, puis le rinçant à l'eau stérile ; soit, mieux encore, par rinçages successifs dans deux ou trois eaux stériles. Afin de rendre mouillable la surface des fragments de tissu à désinfecter, il est indiqué de les immerger préalablement, très rapidement, dans de l'alcool à 70°-80°. Cette mesure est particulièrement indiquée dans les cas où les tissus à désinfecter présentent des poils à leur surface, car ces poils, emprisonnant de nombreuses petites bulles d'air, rendraient sans cette précaution les lavages à peu près inopérants ;

3° On introduit aseptiquement ce fragment de tissu désinfecté superficiellement dans un tube de bouillon à l'extrait ou à l'infusion de viande (voir préparation plus loin). Si possible, on l'y broie aseptiquement ; sinon, on l'y laisse macérer durant quelques heures ;

4° Trois tubes de gélose à l'extrait ou à l'infusion de viande (voir préparation plus loin) ayant été préalablement fondus au bain-marie, puis refroidis vers 40°, on ensemence le premier de ces tubes (tube I) à l'aide d'une goutte du bouillon de broyage ou de macération précédemment préparé, on agite vigoureusement de manière à répartir cet inoculum d'une façon homogène dans l'ensemble du contenu de ce tube. On ensemence alors le second tube (tube II) à l'aide d'une goutte prélevée dans le tube I ;

après agitation, on prélève une goutte dans ce tube II pour ensemencer le tube III. Finalement on coule aseptiquement le contenu de chacun de ces trois tubes das une boîte de Petri stérile. Après solidification de la gélose, ces boîtes sont placées à l'étuve vers 20°-22°. Afin d'éviter que les eaux de condensation ne viennent se déposer à la surface du milieu ensemencé, on dispose ces boîtes couvercle en-dessous.

On comprend facilement que par cette technique on parvient à obtenir le développement d'un nombre de colonies bactériennes décroissant depuis la boîte ensemencée avec le tube I jusqu'à celle ensemencée avec le tube III. Aussi, on constate le plus souvent qu'il ne se développe dans cette dernière boîte qu'un très petit nombre de colonies bactériennes bien distinctes les unes des autres. On peut admettre qu'en général chacune de ces colonies isolées correspond au développement pur d'un seul élément bactérien. Il faut toutefois s'en assurer. Pour cela, il suffit de procéder à une nouvelle dilution en plaques, suivant le même mode opératoire que celui qui vient d'être exposé, utilisant comme inoculum un prélèvement effectué à partir de la colonie bactérienne dont on veut contrôler la pureté. Si cette épreuve révèle l'identité absolue des colonies se développant dans les trois boîtes, la pureté de la colonie bactérienne initialement remarquée se trouvera démontrée.

Lorsqu'on ne possède par avance aucune indication sérieuse pouvant permettre la reconnaissance au simple aspect de celles des colonies bactériennes développées dans les boîtes ensemencées par dilution qui correspondent apparemment à l'espèce dont on tente l'isolement, il est indispensable de repiquer séparément chaque type bactérien observé, de manière à constituer autant de souches. Soumettant dès que possible chacune de ces souches à l'épreuve de l'inoculation, il sera alors possible de ne conserver, aux fins d'identification précise, que celles de ces souches qui correspondent à l'organisme pathogène recherché.

B. INOCULATIONS. — Outre son importance fondamentale en vue de la démonstration du rôle pathogène de l'organisme étudié, la pratique des inoculations permet de procéder à un triage préalable parmi les diverses souches isolées, en éliminant celles d'entre elles ne répondant pas positivement à cette épreuve.

Pour que cette épreuve de l'inoculation soit significative, elle doit être tentée dans des conditions très précises.

Tout d'abord, les inoculations ne doivent être tentées qu'à l'aide de cultures dont la rigoureuse pureté aura été contrôlée par la méthode des dilutions en plaques. C'est souvent à l'emploi de cultures impures qu'on doit attribuer certains échecs dans la démonstration du pouvoir pathogène d'une bactérie pourtant nettement reconnue par ailleurs comme étant

l'agent responsable de la maladie qu'on étudie. Il est en effet facile de comprendre que, dans une culture impure, la bactérie pathogène peut être supplantée par des espèces étrangères, au point de ne plus y être que l'exception.

Avant de procéder aux inoculations à l'aide des diverses souches bactériennes pures isolées, il est nécessaire de procéder au repiquage de chacune d'elles à partir du tube même devant servir aux inoculations. D'après les résultats des essais d'inoculation, c'est à ceux de ces repiquages correspondants aux souches qui se seront démontrées comme étant pathogènes qu'on se rapportera pour effectuer la caractérisation de l'organisme étudié.

En vue de réaliser des essais préliminaires d'infection à l'aide de bactéries associées à une maladie nouvellement étudiée, on cherchera à opérer ces inoculations dans des conditions de milieu analogues à celles dans lesquelles cette maladie évolue normalement. On visera ainsi à la réalisation de conditions aussi favorables que possible à la manifestation expérimentale de la maladie, quitte ensuite à préciser davantage ces conditions.

La pureté bactériologique des cultures à inoculer n'est pas l'unique condition à remplir pour que des essais d'inoculation soient significatifs. Il faut encore opérer ces inoculations sur des plantes correspondant à un matériel génétiquement défini (clône ou lignée pure). Si cette condition n'est pas remplie, on pourra entrevoir des différences de virulence entre les diverses souches inoculées là où il n'y aura en réalité que des différences de susceptibilité entre des plantes non comparables au point de vue génétique. On devra bien entendu opérer sur des plantes également comparables au point de vue végétatif. Enfin, précaution élémentaire parfois négligée, si l'inoculation est réalisée par traumatisme (piqûres, incisions), les mêmes lésions seront réalisées aseptiquement sur des plantes-témoins.

Ces diverses précautions sont les seules qui puissent, par leur observation, conduire à des essais d'inoculation significatifs. La pratique consistant à reproduire une affection par dépôt d'un débris de plante malade ou par tout autre matériel prélevé directement sur une plante malade, puis à déclarer que l'affection ainsi reproduite est provoquée par un organisme dont on a constaté la présence dans ce matériel infectieux n'a en elle-même aucune signification. Rien ne dit que l'organisme remarqué joue ce rôle qu'on croit pouvoir lui attribuer, ni qu'un autre organisme ou tout autre principe infectieux n'existe pas dans cet inoculum mal défini. Cette pratique est particulièrement imprudente quant aux conclusions qu'on peut en tirer si l'on songe qu'elle seule peut suffire à la reproduction expérimentale des maladies à virus. Par suite, la présence accessoire d'une bactérie étant associée à une affection à virus, l'emploi de cette méthode d'inoculation conduira à prétendre que la maladie expérimentalement reproduite est dûe à la bactérie entrevue, alors qu'un virus en sera l'agent effectif.

C. IDENTIFICATION. — C'est à la connaissance d'un ensemble de caractères morphologiques, culturaux et biochimiques qu'on fait généralement appel pour la caractérisation spécifique des bactéries.

Des travaux récents ont, en outre, montré tout le parti qu'on pouvait tirer des méthodes sérologiques. Il y a tout particulièrement dans ces méthodes un moyen précieux de préciser les affinités existant entre des espèces voisines.

Nous ne ferons ici que l'exposé des méthodes que nos moyens de travail nous ont permis d'aborder, à savoir l'examen des caractères morphologiques culturaux et biochimiques.

1. Caractères morphologiques. — Dans l'ordre des Eubactériales, les bactéries phytopathogènes connues ne comprennent que des formes en bâtonnets, mobiles ou immobiles, ne constituant pas de spores. Certaines formes *Coccus*, parfois rapportées comme parasites des plantes, ont toujours été reconnues expérimentalement comme n'étant que de simples saprophytes.

Cette simplicité de forme présentée par les espèces phytopathogènes révèle les difficultés auxquelles on se heurte lorsqu'il s'agit de les distinguer sur des bases morphologiques.

En dehors de cette forme bacillaire typique, il est donné de rencontrer en culture, soit des formes dérivées, par réunion en chaînes de plusieurs éléments typiques (*formes pléomorphiques*), soit des aspects tératologiques divers, dans lesquels il est facile de reconnaître la forme bacillaire fondamentale (*formes d'involution*). Il ne s'agit là que de variations temporaires dépendant largement du milieu de culture. De telles variations ne sauraient être prises en considération en vue de nier la fixité de l'espèce bactérienne ou d'affirmer son polymorphisme. En effet, dans des conditions de milieu définies, une espèce bactérienne présente des caractéristiques définies, au même titre d'ailleurs que n'importe quel type végétal pur. Les descriptions de bactéries faisant état de la présence simultanée dans une même culture de formes diverses (bacilles et coccus par exemple) ne concernent évidemment que des mélanges impurs.

La subdivision en plusieurs genres des formes bacillaires peut s'établir en tenant compte de l'absence, de la présence et de la répartition des *cils* L'existence de plusieurs systèmes de classification proposés sur ces bases complique plus qu'elle n'aide la nomenclature de ces organismes. Au système de Migula encore en faveur en Allemagne et au système proposé par le Comité de la Société des Bactériologistes américains, lequel n'a pas reçu de consécration officielle, nous croyons qu'il est préférable d'adopter celui proposé par Erwin Smith, tenant compte de sa large adoption parmi les phytopathologistes.

A titre indicatif, voici quelle est la concordance entre ces divers systèmes :

	Migula (1900)	E. Smith (1905)	Soc. Bact. Amér. (1930)
Cils répartis à la périphérie de la cellule.....	*Bacillus*	*Bacillus*	*Erwinia*
Cils disposés à l'une ou aux deux extrémités de la cellule.....	*Pseudomonas*	*Bacterium*	*Phytomonas*
Pas de cils.....	*Bacterium*	*Aplanobacter*	

La présence d'une *capsule*, enveloppe gélatineuse vraisemblablement constituée par de la mucine, entourant la cellule bactérienne, n'est pas un caractère constant pour une bactérie donnée. De mise en évidence possible chez une certaine bactérie récemment isolée, elle peut disparaître ensuite Sa présence semble conditionnée par le milieu.

On facilite la mise en évidence des caractères morphologiques de la cellule bactérienne en faisant appel à des artifices de coloration.

Une simple coloration d'ensemble, ne visant pas à préciser autre chose que la forme générale et les dimensions des bactéries, se réalise facilement par l'emploi de colorants basiques d'aniline (fuchsine basique, violet de gentiane, bleu de méthylène, etc...) Afin d'accroître le pouvoir tinctorial de ces substances colorantes, il est d'usage de les employer en solutions phéniquées ou anilinées. Un moyen très simple d'obtenir extemporanément ces solutions colorantes consiste à préparer à l'avance des solutions alcooliques saturées (alcool à 90°-95°) des diverses colorants qu'on ajoute au moment de l'emploi à de l'eau anilinée ou phéniquée :

Eau anilinée saturée : 90 cc. + solution alcool. saturée : 10 cc.
ou eau phéniquée à 1 % : 90 cc. + solution alcool. saturée : 10 cc.

Il est toujours nécessaire, lorsqu'on désire effectuer des mensurations sur matériel coloré, de préciser quelle est la solution colorante employée. En effet, certains colorants, en solutions mordancées par adjonction de tanin, se fixent de telle sorte sur la cellule bactérienne que ses dimensions apparentes peuvent être notablement supérieures à ses dimensions réelles, d'où sources de discordances entre travaux se rapportant à une même espèce, mais colorée par des techniques différentes. On sait d'ailleurs que cette technique de surcoloration sert de base à la méthode de Borrel, destinée à mettre en évidence les ultra-microbes.

Mise en évidence des cils. — Elle est le plus souvent très délicate. C'est que la grande fragilité de ces organes en détermine la rupture facile durant les manipulations. Nous avons eu le plus souvent des résultats satisfaisants en prélevant le matériel à examiner, non à la surface même du milieu nutritif

gélosé, mais dans le liquide de condensation qui existe au fond du tube de culture. Nous recommandons également de réaliser les préparations à partir de cultures très jeunes (24 heures).

La technique de coloration argentique de Van Ermengen nous a généralement donné de bons résultats :

Placer un frottis sec, sur lamelle, durant 30 minutes dans un bain, préparé juste au moment de l'emploi, suivant la formule :

Solution aqueuse d'acide osmique à 2 %	8 cc.
Solution aqueuse de tanin à l'éther à 10 %	16 cc.
Acide acétique cristallisable	1 goutte

2° Laver à l'eau, puis à l'alcool à 96°.

3° placer la lamelle durant 2 minutes dans une solution de nitrate d'argent à 1 p. 200.

4° *Sans laver*, porter la lamelle dans le bain réducteur suivant :

Acide gallique	5 gr.
Tanin à l'éther	3 gr.
Acétate de soude *fondu*	10 gr.
Eau distillée	350 cc.

5° *Sans laver*, reporter la lamelle dans la solution de nitrate d'argent, jusqu'à ce qu'elle prenne une teinte brun noir.

6° Laver, sécher et monter.

La réaction de Gram. — Sous cette dénomination, on utilise depuis longtemps une technique spéciale de coloration donnant de précieuses indications en ce qu'elle permet de reconnaître deux grandes catégories parmi les espèces bactériennes.

Cette technique consiste essentiellement à traiter successivement un frottis bactérien par un colorant basique en solution anilinée (généralement le violet de gentiane), puis par une solution iodo-iodurée (liquide Lugol). Après ce traitement, on constate que certains frottis bactériens se décolorent rapidement lorsqu'on les rince à l'alcool absolu, tandis que d'autres conservent leur coloration. Il est déclaré d'après cet essai que les bactéries ne se décolorant pas « prennent le Gram » ou sont « Gram-positives », tandis que celles qui se décolorent « ne prennent pas le Gram » ou sont « Gram-négatives ».

Quelle est la signification exacte de cette différence ? On a longtemps admis que le mécanisme de cette réaction était d'ordre purement chimique. Pour certaines bactéries, l'action consécutive d'un colorant basique et d'une solution iodo-iodurée se traduirait par la formation d'un nouveau pigment, lequel ne pourrait pas être entraîné par l'alcool absolu, compte tenu de

la perméabilité particulière de la membrane de ces bactéries. Pour d'autres bactéries, une perméabilité différente rendrait possible l'entraînement de ce nouveau pigment par l'alcool absolu.

Mais des recherches précises, dont nous empruntons ici les conclusions à une mise au point récente de Bach, démontrent que le mécanisme de la réaction de Gram est d'ordre physico-chimique.

On peut considérer le contenu de la cellule bactérienne comme représentant un complexe lipo-protéique. Stearn et Stearn ont montré que le point isoélectrique moyen de cet ensemble était généralement situé entre pH 3 et 5. Par suite, il est facile de comprendre que, suivant la concentration en ions H du milieu dans lequel la cellule bactérienne se trouvera placée, elle manifestera une affinité particulière, soit pour les colorants acides, soit pour les colorants basiques, se comportant ainsi comme un électrolyte amphotère. Inversement, on conçoit que, pour un milieu de concentration en ions H donnée, l'affinité d'une cellule bactérienne vis-à-vis d'un certain colorant sera conditionnée par le propre point isoélectrique de cette cellule. Par suite, dans un milieu très acide, la cellule bactérienne n'aura d'affinité que pour les colorants basiques, alors que, dans un milieu alcalin, cette même cellule n'aura d'affinité que pour les colorants acides. Dans un milieu de réaction intermédiaire, c'est-à-dire comprise dans la zone de son point isoélectrique, cette cellule ne manifestera qu'une faible affinité à l'égard de l'un et l'autre groupe de colorants.

Il y a donc une très grande importance à préciser la réaction du milieu dans lequel on tente la coloration de la cellule bactérienne par la méthode de Gram. En effet, le violet de gentiane aniliné, dont l'usage a été préconisé par Gram ayant un pH de l'ordre de 8,6 à 8,8, des bactéries qui seront notoirement reconnues comme Gram-positives lorsqu'on emploiera cette solution, pourront fort bien être décolorées, donc déclarées Gram-négatives si on utilise une solution colorante acide.

Pour que la réaction de Gram conserve toute sa signification, il est donc nécessaire de ne recourir qu'à des solutions colorantes alcalines conformes à celles préconisées par son auteur. Cette nécessité conduit à rejeter l'emploi de solutions colorantes phéniquées, car acides, lesquelles avaient été préconisées, étant donné leur conservation plus facile que les solutions anilinées.

Compte tenu du mécanisme qui vient d'être exposé, le rôle joué par la solution iodo-iodurée dans la réaction de Gram n'est qu'accessoire. En tant qu'halogène, l'iode tend à se fixer sur les liaisons éthyléniques des lipoïdes non saturées du corps bactérien. Il en résulte une augmentation du caractère électro-négatif de ces substances, donc un déplacement du point iso-électrique moyen de l'ensemble du complexe lipoprotéique de la cellule bactérienne du côté acide, ce qui se traduit par un renforcement du caractère Gram-positif. On conçoit que toute substance jouant un rôle oxydant

analogue à celui de l'iode pourrait remplacer la solution de Lugol dans la technique de Gram.

Nous opérons la réaction de Gram suivant les modalités ci-après :

1° Colorer un frottis sec durant 3 à 5 minutes avec une solution de violet de gentiane aniliné.

2° *Sans laver*, rejeter l'excès de matière colorante, puis recouvrir la lamelle avec liquide de Lugol :

Iode	1 gr.
Iodure de K	2 gr.
Eau distillée	100 cc.

Laisser en contact durant 20-30 secondes : la préparation prend une coloration brune.

3° Verser goutte à goutte de l'alcool absolu sur la lamelle durant 20-30 secondes.

4° Laver rapidement, sécher et monter.

Acido-résistance. — Après coloration à l'aide d'une solution de fuchsine de Ziehl (fuchsine basique phéniquée), certaines bactéries sont décolorées si on les rince à l'alcool acidifié, tandis que d'autres restent colorées après ce même traitement. Il s'agit en somme d'une réaction réalisée dans des conditions diamétralement opposées à celles de la technique de Gram, mais justiciable des mêmes explications. Cette réaction étant généralement conduite sans grande précision quant à la réaction des liquides employés n'est donc pas très significative. Toutefois, son emploi est très général en vue de la caractérisation des espèces bactériennes. Nous opérons cette réaction suivant la technique d'Ehrlich, à savoir :

1 Colorer un frottis sec, à chaud, jusqu'à émission de vapeurs, à l'aide d'une solution de fuchsine phéniquée (fuchsine de Ziehl) :

Fuchsine basique	1 gr.
Alcool à 95°	10 cc.
Acide phénique neige	5 gr.
Eau distillée	100 cc.

2° Renouveler trois fois cette coloration.

3° Rejeter le colorant et verser sur le frottis de l'alcool à 95° additionné de 3 % en volume d'acide chlorhydrique concentré, jusqu'à ce que la coloration rose soit remplacée par une teinte jaunâtre.

4° Rincer à l'eau courante, sécher et monter.

La consultation du manuel de Miss Ch. Elliott révèle qu'aucune des bactéries phytopathogènes connues n'est acido-résistantes.

Comme nous l'avons précédemment signalé, l'absence de *spores* est

un caractère très généralement admis pour les bactéries phytopathogènes. L'obtention d'une coloration homogène des cellules bactériennes par les solutions colorantes courantes est la démonstration évidente de cette absence de spores.

2. Caractères culturaux. — Dans des conditions de milieu identiques, une bactérie se développant en culture pure donne naissance à des colonies toutes semblables quant à leur forme, aspect, dimensions, coloration et dont le développement peut s'accompagner de modifications de teinte ou d'état physique du milieu de culture également caractéristiques.

La démonstration de ces caractères culturaux n'a de signification qu'autant qu'elle est effectuée en s'adressant à des milieux de culture ayant des caractéristiques bien définies quant à leur composition, leur réaction, leur état physique, etc...

On doit reconnaître qu'il est le plus souvent difficile de réaliser de tels milieux, compte tenu de la préférence très généralement reconnue que les bactéries manifestent à l'égard de milieux renfermant des matières azotées complexes (extraits de tissus animaux ou végétaux).

Il est toutefois possible, en précisant le mode de préparation de certains de ces milieux, de fournir des indications permettant leur reproduction avec une approximation satisfaisante.

Les bactéries manifestant très généralement une préférence marquée pour les milieux de culture de réaction neutre ou légèrement alcaline, il est nécessaire de veiller à l'obtention d'une telle réaction et de la préciser exactement.

Les milieux les plus généralement employés sont à base d'extrait ou d'infusion de viande de bœuf. Nous avons employé, avec des résultats similaires, l'une ou l'autre des formules suivantes :

Bouillon à l'infusion de viande fraîche :

Laisser macérer durant 6 heures 500 gr. de cœur de bœuf finement pulpé dans un litre d'eau distillée froide, puis faire cuire le tout à feu doux jusqu'à ébullition, prolongée pendant 10 minutes.

Exprimer le jus sur torchon épais, filtrer sur papier Chardin mouillé pour retenir les matières grasses.

Ajouter au bouillon filtré :

Peptone Chapoteau	10 gr.
Chlorure de sodium	5 gr.
Phosphate de magnésium	2 gr.

Porter à l'ébullition pour assurer la dissolution de la peptone.

Réajuster la réaction du milieu à pH = 7.

Porter à l'autoclave à 115° pendant 5 minutes; on provoque ainsi la précipitation de phosphates terreux.

Filtrer sur Chardin mouillé et compléter à 1.000 cc. avec de l'eau distillée.

Bouillon à l'extrait de bœuf :

La préparation de ce bouillon se ramène à la réalisation très simple de la solution suivante :

Extrait de bœuf Liebig	5 gr.
Peptone Chapoteau	10 gr.
Chlorure de sodium	5 gr.
Phosphate de magnésium	2 gr.
Eau distillée	1.000 cc.

Après dissolution à chaud, on réajuste la réaction à pH = 7, on filtre et on complète à 1.000 cc. avec de l'eau distillée.

Les caractères culturaux sont observés : 1° sur milieu liquide répondant à l'une des formules précédentes (bouillon) : 2° sur ce même milieu gélosé (15 gr. de gélose par litre de bouillon) ; 3° sur ce même milieu gélatiné (150 gr. de gélatine blanche extra par litre de bouillon). Il est indispensable de réaliser des milieux absolument limpides. Ce résultat est atteint en procédant à leur filtration sur papier Chardin, après les avoir collés à l'aide d'albumine des œufs (10 gr. d'albumine délayée dans un peu d'eau ou un blanc d'œuf pour 1.000 cc. de milieu).

Les cultures sur bouillon sont effectuées en tubes, celles sur milieu gélosé en tubes inclinés et en boîtes de Petri et celles sur milieu gélatiné en tubes solidifiés en position verticale.

Les cultures sur bouillon et sur gélose sont placées à l'étuve à une température constante qu'il convient de préciser (22° dans nos recherches). Les milieux gélatinés se ramollissant notablement à une telle température, il y a lieu, en ce qui les concerne, de les maintenir vers 18° (température adoptée dans nos recherches).

Les caractères culturaux des organismes que nous avons étudiés ont été précisés sur des cultures préparées et maintenues dans les conditions qui viennent d'être indiquées.

Nous n'insisterons pas sur la nomenclature couramment adoptée pour la définition des caractères culturaux (aspect, formes, consistance des colonies ; début, forme et vitesse de liquéfaction des milieux gélatinés).

Nous croyons devoir fournir certaines précisions quant à la coloration propre des colonies bactériennes et à la pigmentation pouvant apparaître au cours du développement.

Les espèces bactériennes phytopathogènes actuellement connues sont strictement limitées à des formes dont les colonies sont de coloration blanche ou jaunâtre. Toute autre coloration observée pour des colonies se dévelop-

pant au cours d'une tentative d'isolement constitue donc, en l'état actuel de nos connaissances, un doute sérieux quant au rôle pathogène des organismes qu'elles concernent. Une expérimentation des plus sérieuses doit être poursuivie sur les formes bactériennes présentant de telles caractéristiques, si l'on croit devoir leur attribuer un rôle pathogène.

Une pigmentation du milieu nutritif particulièrement fréquente consiste en l'apparition d'une teinte jaune verdâtre fluorescent. On admet en général qu'un tel pigment fluorescent n'est pas d'élaboration constante pour une espèce bactérienne donnée. On précise même le plus souvent qu'un tel pigment étant élaboré par une certaine bactérie peu de temps après son isolement peut ne plus se manifester au cours des repiquages ultérieurs.

Pour ce qui concerne tout spécialement les espèces bactériennes phytopathogènes, Miss M. Bryan et Miss Fl. Hedges ont établi qu'une espèce produisant un pigment vert fluorescent sur milieu à l'infusion de bœuf peptoné peut ne plus manifester cette caractéristique lorsqu'elle est cultivée sur milieu à l'extrait de bœuf peptoné. Comme ces auteurs le font remarquer, il y a donc là une cause possible de divergence dans l'établissement des caractéristiques culturales d'une même espèce, suivant qu'elles sont recherchées en utilisant l'un ou l'autre de ces milieux.

Au cours de nos recherches sur *B. tabacum* et *B. medicaginis* var. *phaseolicola*, nous avons pu reconnaître que ces deux espèces étaient aussi bien fluorescentes sur milieu à l'extrait de bœuf que sur milieu à l'infusion de bœuf. Nous avons toutefois pu constater que la fluorescence sur milieu à l'extrait de viande ne se manifestait qu'autant que le phosphate de magnésium était ajouté à ce milieu.

Dès 1892, Gessard signala que le bacille pyocyanique cultivé sur milieu synthétique n'y élaborait de pigment fluorescent qu'autant que la dose de phosphate de potasse entrant dans la composition du milieu était suffisante (5 gr. par litre). Signalons de plus que le milieu employé par cet auteur renfermait du sulfate de magnésium (2,5 gr. par litre).

Alors que nous avions déjà fait les constatations relatives à la présence indispensable du phosphate de magésium dans les milieux à base d'extrait de bœuf pour que la fluorescence des bactéries que nous avons étudiées s'y manifeste, nous avons eu connaissance d'un travail récent de Lasseur, Thirg, Dupoix et Olivier, relatif à la fonction fluorescigène chez *Bacillus caryocyaneus*. Ces auteurs ont établi que cette fonction ne pouvait se manifester qu'en la présence simultanée dans le milieu de phosphore et de magnésium. Nos observations démontrant que, pour les deux espèces que nous avons étudiées, la fluorescence sur milieu à base d'extrait de viande est conditionnée par la présence de phosphate de magnésium, apportent une confirmation aux recherches de Lasseur et ses collaborateurs.

La manifestation si fréquemment signalée d'une fluorescence dans les

cultures de bactéries phytopathogènes sur milieu synthétique d'Uschinsky, lequel renferme à la fois phosphate de potassium et sulfate de magnésium, tend à démontrer, comme Burkolder l'a déclaré, que la fonction fluorescigène doit être bien plus généralement répandue chez les espèces phytopathogènes qu'on ne l'a signalé jusqu'ici. Des milieux renfermant le phosphore et le magnésium en quantités suffisantes semblent donc être d'un emploi tout indiqué pour vérifier si cette fonction existe.

3. Caractères biochimiques. — L'étude des transformations subies par les matériaux nutritifs des milieux de culture au cours du développement des bactéries fournit des indications très importantes pour l'identification de ces organismes. Il est en effet reconnu que chaque espèce présente des propriétés spéciales lui permettant d'agir sur certaines substances bien définies, à l'exclusion de certaines autres.

La mise en évidence du mode d'action d'une certaine bactérie à l'égard d'un grand nombre de substances dont il est possible de préciser les transformations qu'elles sont à même de subir joue donc un rôle capital dans le diagnostic bactériologique.

a) *Développement sur milieux synthétiques.* — Une épreuve très généralement prise en considération pour la caractérisation des espèces bactériennes consiste à les ensemencer sur des milieux synthétiques, tels que ceux répondant aux formules données par Cohn, Uschinsky et Fermi, à savoir :

Milieu de Cohn :

Phosphate monopotassique	5,00
Sulfate de magnésium	5,00
Tartrate neutre d'ammonium	10,00
Phosphate tricalcique	0,50
Eau distillée	1.000,00

Milieu d'Uschinsky :

Phosphate monopotassique	1,00
Sulfate de magnésium	0,20
Chlorure de calcium	0,10
Chlorure de sodium	5,00
Lactate d'ammonium	10,00
Glycérine	40,00
Asparagine	3,40
Eau distillée	1.000,00

Milieu de Fermi :

Phosphate bipotassique	1,00
Phosphate d'ammonium	10,00
Sulfate de magnésium	0,20
Glycérine	45,00
Eau distillée	1.000,00

On précise alors si une espèce bactérienne se développe ou non sur chacun de ces milieux et, dans l'affirmative, l'allure et l'importance de ce développement.

Mais, au point de vue biochimique, comme l'a fait remarquer Lewis, le fait qu'une bactérie se développe ou non sur des milieux aussi complexes ne peut fournir que des indications très vagues sur les possibilités d'utilisation par cette bactérie des aliments hydro-carbonés et azotés constitutifs de ces milieux.

Une bactérie étant capable de se développer sur Fermi et Cohn, on peut en déduire qu'elle est capable d'utiliser l'azote sous forme ammoniacale. Par contre, une bactérie ne se développant pas sur ces mêmes milieux, il n'est pas possible de déclarer d'après cette constatation qu'elle est incapable d'utiliser l'azote sous forme ammoniacale. Il se peut en effet que ce soient les aliments carbonés que lui offrent ces milieux (glycérine ou acide tartrique) qui ne lui conviennent pas.

Récapitulant les données relatives à 58 espèces phytopathogènes, Lewis fait remarquer qu'en majorité elles sont capables de se développer sur Uschinsky. Ceci dénote qu'elles sont à même d'utiliser l'ammoniaque ou l'asparagine, ou les deux à la fois comme source d'azote et un ou plusieurs des composés hydrocarbonés renfermés dans ce milieu : glycérine, asparagine et acide lactique. Si, en général, le milieu de Cohn est reconnu comme moins favorable que le milieu de Fermi, ces deux milieux étant essentiellement identiques quant à leurs constituants, à l'exception du composé carboné, il peut en être déduit que l'acide tartrique est une source de carbone généralement moins favorable que la glycérine.

b) *Action sur les composés carbonés.* — Pour rechercher si une bactérie est à même d'utiliser pour son développement un certain composé carboné et pour préciser ce mode d'utilisation (production d'acides, de gaz), il est nécessaire de faire appel à un milieu bien défini, offrant à cette bactérie un aliment azoté utilisable, à l'exclusion de tout aliment autre que celui dont on veut préciser le rôle.

C'est dire que la méthode consistant à introduire le composé carboné dans un milieu à base d'extrait ou d'infusion de viande doit être rejetée, les tissus animaux renfermant toujours des doses non négligeables de glucose, inosite ou autres produits carbonés.

L'emploi du milieu suivant nous a toujours donné des résultats satisfaisants :

Peptone Chapoteau	10,00
Phosphate monopotassique	1,40
Phosphate disodique	1,50
Composé carboné à essayer	10,00
Eau distillée	1.000,00

Pour éviter les altérations complexes des composés carbonés sous l'action de la chaleur, la stérilisation de ces milieux doit être réalisée par filtration sur bougie Chamberland L3.

On expérimente le plus souvent avec les composés carbonés suivants :

Monosaccharides : glucose, lévulose, galactose, xylose ;

Polysaccharides : saccharose, maltose, lactose, amidon, dextrine ;

Polyalcools : glycérine, mannite, dulcite, sorbite.

Cette liste n'est pas limitative. Il est même très intéressant d'envisager le comportement d'une certaine bactérie à l'égard du plus grand nombre possible de composés carbonés. On précise ainsi autant de caractères dont la réelle signification ne peut qu'aider à l'identification.

L'observation du comportement d'une bactérie à l'égard des divers composés carbonés consiste à préciser si elle est en mesure de les utiliser (trouble au sein du milieu, voile en surface) et, dans l'affirmative, si cette utilisation s'accompagne de la production d'une réaction acide et de gaz.

Le plus souvent, les changements de réaction du milieu sont mis en évidence en l'additionnant de tournesol comme indicateur. Cette pratique n'est guère satisfaisante, le tournesol pouvant être réduit. Il est préférable d'employer des indicateurs non réductibles, tels que les sulfones-phtaléines. Nous employons d'une manière générale le pourpre de bromocrésol (dibromocrésol-sulfone-phtaléine) à la dose de 20 cc. d'une solution à 1 p. 1000 pour 1.000 cc. de milieu.

L'utilisation d'un composé carboné peut s'accompagner ou non d'une production de gaz. Besson, Ranque et Senez ont établi qu'une bactérie attaquant un composé carboné sans dégagement de gaz attaque tous les composés carbonés qu'elle est susceptible d'utiliser suivant les mêmes modalités et que, réciproquement, une bactérie attaquant un composé carboné avec dégagement de gaz attaque tous les composés carbonés sur lesquels elle a une action suivant les mêmes modalités. De plus, ils ont fait remarquer qu'un microbe peut attaquer un composé carboné en produisant des acides sans nécessairement produire de gaz, mais que, par contre, un microbe ne produit jamais de gaz sans production concomitante d'acides.

D'une manière très générale, il est établi que les bactéries phytopathogènes ne produisent pas de gaz à partir des composés carbonés qu'elles attaquent.

c) *Action sur les composés azotés.* — Constater qu'une bactérie ensemencée sur le milieu dont nous avons donné précédemment la formule s'y développe sans en déterminer l'acidification ne démontre pas nécessairement que cette bactérie n'attaque pas avec production d'acide le composé carboné expérimenté. Il ne faut attacher à ce caractère que la signification absolue qu'on en attend en tant que caractère destiné à contribuer à la caractérisation de cette bactérie.

Au point de vue chimique, il faut en effet tenir compte de ce que l'action de la bactérie sur la peptone renfermée dans le milieu peut amener la formation de substances douées de propriétés alcalines, venant neutraliser plus ou moins exactement les acides élaborés aux dépens du composé carboné.

Toutefois, toujours au simple point de vue de la mise en évidence de caractères biochimiques pouvant contribuer à préciser la diagnose des bactéries étudiées, il n'y a pas lieu de rechercher strictement si la réaction s'établissant dans le milieu doit être considérée comme étant la résultante d'une saturation réciproque entre les acides élaborés aux dépens du composé carboné et les substances alcalines élaborées aux dépens du composé azoté. Nous avons d'ailleurs fait entrevoir, à l'occasion de recherches relatives aux changements de réaction qui se manifestent au cours du développement des champigons, que la réaction finale observée devait avoir un déterminisme beaucoup plus complexe qu'on ne l'admet généralement. Quoi qu'il en soit, des caractères biochimiques précieux à mettre en évidence consistent à rechercher qualitativement les substances qui peuvent résulter de l'action d'une bactérie sur les composés azotés renfermés dans le milieu où elle est cultivée. Dans ce but, on recherche spécialement la formation possible d'ammoniaque et d'indol aux dépens des substances azotées complexes et des nitrites aux dépens des nitrates.

α) *Caractérisation de l'ammoniaque.* — Au réactif de Nessler, généralement employé pour caractériser l'ammoniaque, lequel n'est pas strictement spécifique puisqu'il peut, dans certaines conditions, déceler également les composés aldéhydiques (Crismer) et les protéines (Tanret et Brucke), nous préférons l'emploi de la réaction de Trillat et Turchet, à la fois spécifique et très sensible :

Le milieu de culture étant additionné de quelques gouttes d'une solution d'iodure de potassium à 10 % et de 5 gouttes d'eau de Javel du commerce, la présence d'ammoniaque se révèle immédiatement par une coloration noire résultant de la formation d'iodure d'azote.

β) *Caractérisation de l'indol.* — La recherche de l'indol doit être opérée dans des cultures ne renfermant pas de sucres, car, ainsi que Besson, Ranque et Senez l'ont constaté, la fonction indolformatrice est totalement arrêtée par ces substances, tout spécialement par le glucose.

Il est par ailleurs indispensable de s'assurer que la peptone employée ne contient pas d'indol préformé et qu'en outre cette peptone est apte à former de l'indol, et cela en l'éprouvant avec une espèce nettement indologène telle que le Colibacille d'Escherich.

Ces conditions se trouvent réalisées par l'emploi du milieu suivant :

Peptone Byla	5,00
Chlorure de sodium	1,00
Eau distillée	100,00

Au bout de quinze jours, on peut caractériser l'indol par la réaction très sensible de Böhme-Ehrlich :

A 10 cc. de milieu, ajouter 5 cc. d'alcool absolu, puis 0,3 à 0,5 cc. d'une solution alcoolique à 5 % de paradiméthylaminobenzaldéhyde et finalement 3 cc. d'acide chlorhydrique pur (D = 1,17-1,18).

En présence d'indol, une coloration rouge violet passant au rouge vineux se manifeste aussitôt. La sensibilité de cette réaction est de l'ordre de 1 à 2 pour 10.000.000.

γ) *Caractérisation des nitrites.* — La propriété de réduire les nitrates en nitrites se recherche sur des cultures en bouillon à l'infusion ou l'extrait de bœuf peptoné additionné de 1 % de nitrate de potasse.

A la réaction de Griess, généralement employée, laquelle réside en la manifestation d'une teinte brun rosé en présence de nitrites lorsque le milieu est additionné successivement d'une solution d'acide sulfanilique et d'une solution d'α-naphtylamine, nous préférons la réaction hydrostrychnique de Deniges, dont la vive teinte rose grenadine ne prête à aucune interprétation douteuse :

A 10 cc. de milieu, ajouter 0 cc. 5 du réactif suivant récemment préparé. Porter à l'ébullition pendant 5-10 minutes le mélange suivant :

Solution aqueuse de sulfate de strychnine à 1 %	5 cc.
Acide chlorhydrique pur concentré	5 cc.
Amalgame de zinc	5 gr.

En présence de nitrites, une teinte rosée ou rouge grenadine vif se manifeste instantanément.

d) *Production d'hydrogène sulfuré.* — Elle est révélée par l'apparition d'une teinte brune ou noirâtre le long de la ligne d'ensemencement sur un milieu renfermant de l'acétate de plomb, préparé suivant la formule :

Gélose à l'extrait ou à l'infusion de viande	10 cc.
Solution aqueuse d'acétate neutre de plomb à 10 %	2 gouttes

Ajouter aseptiquement la solution d'acétate de plomb stérile au milieu gélosé préalablement fondu au bain-marie.

La production d'hydrogène sulfuré dans des conditions de milieu telles que celles qui viennent d'être exposées, correspond à une réduction de composés organiques renfermant du soufre. La réduction des composés minéraux soufrés est plus rarement réalisée par les bactéries et n'est généralement pas recherchée pour leur caractérisation biochimique.

e) *Action sur le lait.* — Les transformations subies par le lait sous l'action des bactéries sont intéressantes à envisager, compte tenu de ce que ce milieu renferme simultanément deux substances bien définies ; l'une azotée : la caséine, l'autre carbonée : le lactose.

L'action sur le lait est étudiée sur lait écrémé additionné d'un indicateur : tournesol ou pourpre de bromocrésol de préférence, pour les raisons que nous avons précisées déjà à propos de l'étude de l'action sur les matières hydrocarbonées.

Il peut être reconnu trois types de comportement chez les bactéries cultivées sur ce milieu :

1° Le lait ne subit aucun changement : ni coagulation, ni acidification ;

2° Le lait est coagulé sans que la réaction soit changée. Il y a dans ce cas action d'un lab-ferment responsable à lui seul du phénomène ;

3° Le lait est coagulé en même temps que le virage de l'indicateur révèle une acidification du milieu. Cette coagulation est la conséquence de la précipitation de la caséine sous l'action de l'acide lactique élaborée par la bactérie aux dépens du lactose.

La coagulation du lait, suivant l'un ou l'autre mode précédent, peut être ou non suivie d'une digestion de la caséine précipitée. Cette *peptonisation* manifeste l'existence de propriétés protéolytiques chez la bactérie qui la provoque.

La coagulation de la caséine accompagnée d'une acidification du milieu s'expliquant par une production d'acide lactique aux dépens du lactose n'a qu'une signification générale. On connaît en effet des cas où ce phénomène a été rapporté, alors que la bactérie à laquelle on reconnaissait cette propriété était incapable de faire fermenter le lactose. Cette contradiction apparente s'explique facilement, ainsi que l'a fait remarquer Burkholder, compte tenu de ce que le lactose du lait peut se dédoubler en sucres plus simples fermetescibles au cours de la stérilisation, sucres aux dépens desquels la bactérie en question peut produire les acides déterminant la coagulation de la caséine.

Les cultures sur lait sont également employées en vue de préciser les propriétés réductrices des bactéries. Dans ce but, on additionne le lait, soit de tournesol, soit de bleu de méthylène. La décoloration de ces indicateurs révèle les propriétés réductrices des organismes expérimentés.

Aucune étude précise des propriétés oxydo-réductrices des bactéries phytopathogènes n'a encore été réalisée. Nous avons montré tout le parti qu'on pouvait tirer de la connaissance de ces propriétés pour préciser l'identité spécifique des champignons en culture pure. Des recherches que nous avons entreprises dans les mêmes conditions, en opérant sur des milieux synthétiques bien définis, nous ont déjà révélé tout le parti qu'on peut tirer de ces connaissances pour la caractérisation des bactéries phytopathogènes. Nous y reviendrons ultérieurement.

f) *Action saccharifiante sur les amidons.* — Elle peut être recherchée, soit sur gélose à l'infusion ou à l'extrait de viande additionnée de 0,2 % d'amidon de pomme de terre, de riz, de maïs, etc..., soit sur des cultures

développées sur des fragments de tissus végétaux renfermant ces substances (pomme de terre, tiges diverses).

Après quelques jours de culture, on verse sur ces milieux une solution saturée d'iode dans l'alcool à 50°. La saccharification de l'amidon se trouve révélée lorsqu'une zone incolore se manifeste au voisinage des colonies bactériennes, attestant qu'en ces régions l'amidon a perdu sa réaction caractéristique (teinte bleu-noir).

4. Caractères biologiques. — Après avoir recherché quels sont les caractères morphologiques, culturaux et biochimiques d'une bactérie dans des conditions de milieu bien définies, de nouvelles caractéristiques peuvent lui être précisées en étudiant quelle peut être l'action de changements déterminés dans ces conditions de milieu.

Au nombre des facteurs du milieu pouvant être expérimentalement modifiés, l'aération, la température et la réaction du milieu sont les plus souvent envisagés.

a) *Aération.* — Toutes les bactéries phytopathogènes connues sont anaérobies facultatives. La meilleure démonstration de cette caractéristique réside dans leur tendance à ne se développer que dans les régions avoisinant la surface libre des milieux liquides où elles sont ensemencées. Une connaissance expérimentale des propriétés oxydo-réductrices manifestées par les milieux où se développent les bactéries phytopathogènes nous permettrait de préciser mieux qu'on ne l'a fait jusqu'ici quelles sont les exigences réelles de ces espèces à cet égard et de voir s'il n'existerait pas des exigences particulières spécifiques pour certaines d'entre elles.

b) *Température.* — En soumettant une espèce donnée à toute une gamme de températures, il est possible de lui assigner une température minimum, optimum et maximum compatible avec son développement, ainsi qu'une température mortelle. L'absence de spores chez les espèces phytopathogènes explique que leur température mortelle est relativement peu élevée : de 40° C. pour *Bacterium pisi* à 50° pour *Bacterium flaccumfaciens*.

c) *Réaction du milieu.* — Il est possible d'établir, pour un milieu de culture donné, un pH minimum, optimum et maximum compatible avec le développement d'une espèce donnée. Mais, comme Wolf et Shunk l'ont fait observer, non seulement la tolérance d'une bactérie à l'égard des acides ne peut s'expliquer uniquement par l'intervention des ions hydrogènes ; la tolérance variant pour un même pH, avec l'acide employé, mais encore des différences de l'ordre de 0,2 à 0,4 unités de pH pouvant s'observer pour un même organisme et un même acide, suivant que l'essai est réalisé sur milieu liquide ou sur milieu gélosé. En rapportant des faits relatifs à la tolérance d'une bactérie à l'égard de la réaction du milieu de culture, il est donc nécessaire de préciser la nature du milieu et de l'acide employé.

La connaissance de l'existence des minima, optima et maxima de tem-

pérature et de pH compatibles avec le développement d'une bactérie en culture pure ne saurait être considérée comme précisant les conditions dans lesquelles cette bactérie peut manifester ses propriétés pathogènes. Relativement à l'influence de la température, J. Johnson a en effet démontré que si *Bacterium tabacum* présente en culture les caractéristiques suivantes :

Optimum	25°-30°
Maximum	35°

le « Wilde fire », maladie que provoque cette bactérie présente les caractéristiques suivantes :

Optimum	entre 27° et 32°
Maximum	37°
Minimum	15°

Il peut en être conclu que *B. tabacum* est à même de s'attaquer aux feuilles du tabac à des températures où il ne semble pas capable de se développer en culture pure.

Tenant compte des possibilités qu'ont diverses bactéries phytopathogènes de se développer dans des limites de pH très larges (de pH 4,6 à pH 9,4), Kotte a de même fait remarquer qu'il ne saurait, d'après ces résultats, être établi de corrélation entre la réaction du sol et la présence de ces bactéries.

Si l'application des diverses techniques que nous venons de préciser permet d'établir une stricte identification d'une bactérie dont on poursuit l'étude, il faut bien déclarer qu'il est souvent difficile par la suite de faire un rapprochement entre la diagnose qu'on a ainsi établie et les descriptions qui ont été données d'espèces bactériennes dont l'identité a été mal définie. Quelle attitude doit être prise dans de tels cas ? Lorsqu'il s'agit de travaux déjà anciens, il est en effet impossible de connaître à quelles techniques les auteurs ont fait appel pour arriver à leur caractérisation. On peut alors considérer que l'espèce qu'on étudie est vraisemblablement identique à celle envisagée par ces auteurs, compte tenu des symptômes de la maladie à laquelle sa présence se trouve liée. Mais lorsqu'il s'agit d'organismes dont il est possible de se procurer une culture, le moyen le plus sûr de résoudre cette question est de procéder à une étude comparative expérimentale entre la souche spécifiquement déterminée et celle dont on poursuit l'identification.

Par cette méthode, qui est celle que nous avons pu employer à l'égard des bactéries dont il va être question, il est facile d'arriver au but désiré. Au premier abord, on peut avoir l'impression que des différences dignes d'être prises en considération existent entre les cultures mises en comparaison. C'est lorsque l'identification est tentée avec le souci d'*apprécier*

quantitativement la grandeur d'un certain caractère, biochimique par exemple. Mais si l'on tient compte que des différences inévitables dans le développement peuvent résulter par exemple de l'importance inégale de l'inoculum employé, il devient raisonnable de concevoir que de telles différences dans la vitesse ou l'amplitude d'une manifestation ne sauraient être prises en sérieuse considération, mais bien plutôt comme n'étant que de l'ordre des fluctuations. Nous avons d'ailleurs pu nous assurer qu'il en était ainsi en répétant jusqu'à six fois toute la série des épreuves d'identification des espèces que nous avons étudiées. Il nous a été donné par ce moyen de constater qu'en effet un caractère donné pouvait être défini dans des limites d'amplitude embrassant largement les deux souches mises en comparaison.

ÉTUDE DU BACTERIUM TABACUM *Wolf et Foster*

La maladie du « Feu sauvage » du Tabac, depuis les premiers travaux de Wolf et Foster, en 1917, a été l'objet de nombreuses études démontrant sa nature bactérienne et précisant ses caractères et les moyens de lutte à lui opposer.

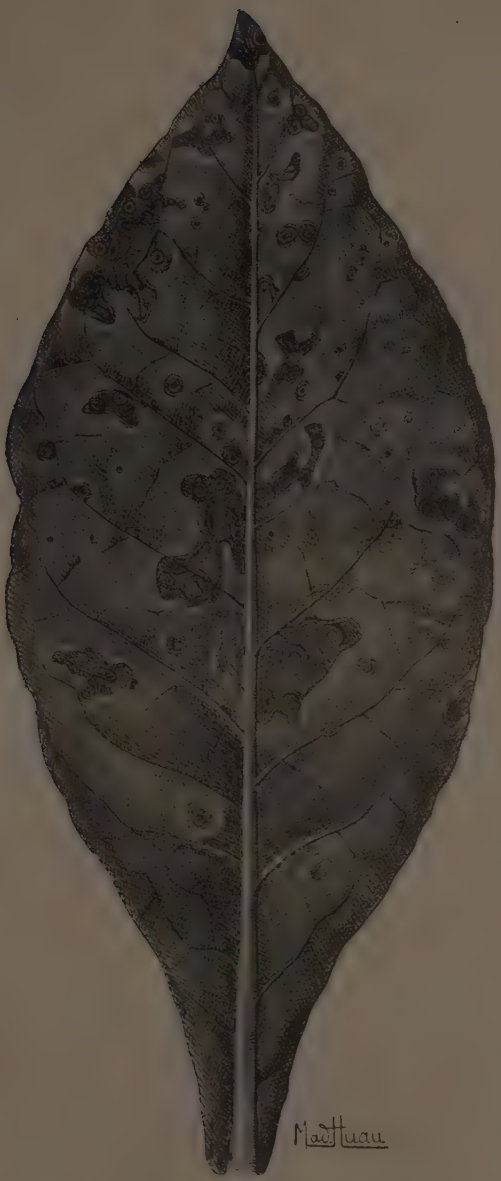
En France, depuis que Foex a nettement reconnu sa présence en 1926, cette maladie a fait l'objet de recherches spéciales de la part de Dufrenoy et ses collaborateurs. Ces recherches précises concernant les caractères de la maladie et les relations existant entre l'hôte et le parasite ont nettement établi que cette grave affection bactérienne sévissait très généralement dans les centres de culture de tabac de notre pays (Alsace et Sud-Ouest).

Une extension particulièrement redoutable de cette maladie au cours de l'été pluvieux de 1931 nous a donné l'occasion de procéder à de nombreux isolements à partir de matériaux reçus d'Alsace et du Sud-Ouest. Aux fins d'identification, nous avons tout spécialement retenu deux de ces souches, l'une isolée à partir d'échantillons adressés par M. Ribot, vérificateur des cultures au Mas d'Agenais (Lot-et-Garonne), l'autre à partir d'échantillons qui nous furent rapportés d'Alsace (environs de Colmar) par M. Foex.

Nous devons à M. Dufrenoy deux souches de *Bacterium tabacum* qui lui furent adressées par le Docteur W. Kotte, de Fribourg-en-Brisgau (Allemagne), l'une ayant été isolée à Plankstad (Bade), l'autre à Ettenheim (Bade).

Ayant réalisé une étude comparative de ces quatre isolements, nous avons pu établir leur identité complète, sous réserve de quelques variations dans l'amplitude de certains caractères, au sujet desquelles nous avons formulé précédemment notre opinion.

Les caractères dont nous allons faire l'énumération concernent donc l'allure moyenne que nous avons pu leur préciser à la suite d'une série de six essais comparatifs d'identification.



Bacterium tabacum Wolf et Foster sur feuille de Tabac (variété « White Burley »)

A. — *Identification.*

1. *Caractères morphologiques.* — Bâtonnets arrondis aux extrémités, isolés ou groupés par chaînes de deux à cinq éléments ; colorables facilement et uniformément par la fuchsine de Ziehl, le violet de gentiane aniliné, etc...

Dimensions observées sur frottis coloré au violet de gentiane aniliné : 0,5-0,8 μ × 1,2-2,6 μ (moyenne : 0,6 × 1,8 μ).

Mobiles par un à trois flagelles polaires, colorables par la méthode de Van Ermengen.

Ni capsules, ni spores, ni formes d'involution.

Gram-négative ; non acido-résistante.

2. *Caractères culturaux.* — (Observés sur cultures maintenues à 22°, sauf indication contraire).

a) Sur bouillon : trouble intense au bout de 48 heures ; ni pellicule, ni voile, ni zooglées ; en cultures âgées, précipité jaunâtre au fond des tubes.

b) Sur gélose en plaques : colonies se développant lentement (moins de 2 millimètres, 48 heures après l'ensemencement). Colonies superficielles rondes, bombées, lisses, brillantes, devenant avec l'âge blanc grisâtre ou crémeux, opaques et à bords légèrement ondulés.

Colonies en profondeur lenticulaires, rares.

c) Sur gélose en stries : développement filiforme, modéré, légèrement saillant, brillant, lisse, visqueux.

d) Sur gélatine (cultures maintenues à 15° C.) : liquéfaction en coupe, débutant 48 heures après l'ensemencement, complète vers le 15e jour.

Remarque. — Sur les divers milieux précédents, à base d'extrait ou d'infusion de viande, une légère fluorescence vert jaunâtre se manifeste au cours du développement.

3. *Caractères biochimiques.*

a) Sur milieux de Conn, de Fermi et d'Uschinsky, trouble net dès le 2e jour, abondant par la suite, avec membrane superficielle assez épaisse et fluorescence légère.

b) *Action sur les composés carbonés :* acidification sans production de gaz sur glucose, lévulose, galactose, saccharose, maltose, xylose et mannite.

c) *Action sur les composés azotés :* ni ammoniaque, ni indol ; nitrates non réduits en nitrites.

d) Pas de production d'hydrogène sulfuré sur bouillon gélosé peptoné.

e) *Action sur le lait :* caséine précipitée et digérée dans les 10 jours suivant l'ensemencement. La réaction demeure alcaline.

f) *Action sur les amidons :* pas de saccharification de l'amidon de pomme de terre ou de maïs.

B. *Répartition géographique de la maladie.* — Depuis que Wolf et Foster ont démontré, en 1917, que le « Wildfire » du Tabac sévissant aux

Etats-Unis était une affection bactérienne provoquée par une espèce qu'ils caractérisèrent et dénommèrent *Bacterium tabacum*, de nombreux travaux ont révélé, soit l'existence de cette maladie dans la plupart des régions du globe où le tabac est cultivé, soit l'existence d'affections analogues, mais dont les agents pathogènes semblèrent devoir être considérés comme différents de *B. tabacum*.

C'est ainsi que furent décrits successivement : *B. angulatum*, par Fromme et Murray (1919) ; *B. melleum*, par J. Johnson (1923) ; *Phytomonas heterocca*, par Vzoroff (1930) ; *Phytomonas polycolor* par Clara (1930). Dès 1898, Breda de Haan signalait une maladie bactérienne maculicole sur Tabac aux Indes Néerlandaises et l'attribuait à une espèce qu'il décrivit sous le nom de *B. pseudozoogleae*.

En 1925, Brooks, Nain et Rhodes révélèrent l'étroite affinité existant entre *B. tabacum* et *B. angulatum*, compte tenu des caractères sérologiques de ces deux espèces.

En 1930, des études sérologiques poursuivies par Stapp sur 16 souches de *B. tabacum* et une souche de *B. angulatum* démontrèrent à cet auteur qu'il était impossible de trouver des différences entre ces diverses souches. Il avança de plus que l'identité de *B. melleum* avec *B. tabacum* était fort probable. Quant à *B. pseudozooglae*, aucune souche authentique de cette espèce n'existant actuellement, il est difficile de savoir quelle est la valeur de cette espèce, ne se différenciant au point de vue biochimique des précédentes que par sa propriété de coaguler le lait avec acidification concomitante.

Il est fort probable que ces diverses espèces bactériennes présentant toutes pour caractère pathologique commun de provoquer des macules foliaires sur Tabac pourraient être rapportées à un seul type si l'on était à même d'en réaliser une étude comparative minutieuse.

En admettant cette manière de voir qui a déjà reçu un début de confirmation expérimentale par les travaux de Brooks et de Stapp, on peut dresser le tableau chronologique suivant, quant aux dates où ces affections maculicoles du tabac ont été signalées dans les divers pays :

1898. — (?) Indes néerlandaises (*B. pseudozoogleae*) (Breda de Haan).
1917. — Etats-Unis (*B. tabacum*) (Wolf et Foster). D'abord observée dans la Caroline du Nord et la Virginie, est reconnue par la suite comme généralisée dans tous les Etats de la côte Atlantique et dans le Wisconsin.
1921. — Rhodesia (*B. tabacum et B. angulatum*) (Fromme).
1922. — Transvaal (*B. tabacum*) (Evans).
1924. — Nyassaland (*B. tabacum*) (Smee).
1924. — Grèce (*B. tabacum*) (Cavadas). Date d'une spécification précise de l'affection déjà reconnue en 1920.
1925. — Canada (*B. tabacum*) (Nelson et Major).
1925. — Argentine (*B. tabacum*) (Charlan).

1926. — France (Alsace, Sud-Ouest) (*B. tabacum*) (Foex). Identification définitive de l'affection observée en Alsace dès 1924 par Burr.
1927. — Hongrie (identification incertaine) (Kern).
1927. — Allemagne (*B. tabacum*) (Kotte). Date d'une spécification précise de l'affection déjà reconnue en 1924 en Rhénanie.
1927. — Philippines (*B. tabacum*) (?) (Directeur du Bureau of Agriculture).
1928. — Bulgarie (*B. tabacum*) (Pateff).
1929. — Roumanie (*B. melleum*) (Savulescu).
1929. — Pologne (*B. tabacum*) (Ankowska).
1930. — Russie (*P. heterocea*) (Vzoroff). Identification d'une bactérie isolée de Tabacs présentant une affection connue depuis longtemps sous le nom de « riaboukha ».
1930. — Philippines (*P. polycolor*) (Clara).

Si l'examen d'une telle liste nous indique les époques successives auxquelles la nature bactérienne de ces affections maculicoles foliaires du Tabac a été reconnue dans les divers centres de culture de Tabac du monde, elle ne présume aucunement que ces affections sont apparues successivement dans cet ordre dans ces divers pays. Lorsqu'une maladie est signalée pour la première fois dans un pays, « deux hypothèses se présentent à l'esprit : introduction récente ou constatation récente d'un parasite plus ou moins ancien dans le milieu ». « Il est permis de dire qu'on a ou qu'on n'a pas constaté la présence d'un parasite ; il est souvent impossible d'affirmer que ce parasite n'existait pas avant l'observation que l'on rapporte. » (Ducomet : Une Urédinée nouvelle pour la France : *Puccinia mirabilissima* Peck, parasite du *Mahonia aquifolium*.) L'ancienneté d'affections maculicoles sur Tabac, mal définies sous la dénomination de « rouilles », est généralement admise dans les centres de culture du Tabac en France. Peut-on en conclure que le « Wildfire », maladie bien connue actuellement quant à sa cause, ne serait qu'une de ces « rouilles », autrement dit *Bacterium tabacum* n'est-il qu'un parasite de constatation récente en France ? D'après Weck, il en serait bien ainsi. Cet auteur signale qu'en effet une affection sans doute identique à celle connue actuellement sous le nom de « Wildfire », est apparue en Alsace en 1880. Il ajoute que vraisemblablement le nom adopté en Amérique n'est que la traduction du terme « Waldes-Feuer », sous lequel ce fléau était alors connu en Allemagne. Des émigrés alsaciens ou allemands auraient sans doute introduit ce vocable aux Etats-Unis.

(A suivre.)

BIBLIOGRAPHIE

I. — Généralités et Technique

Bach (D.). — La réaction de Gram. (1er *Congrès International de Microbiologie*, tome 2, p. 402-407, 1931).

Besson (A.). — Technique microbiologique et sérothérapique. I. Technique générale (8e édition ; un vol. 522 pages ; Paris 1928).

Bryan (M.). — Beef infusion versus beef extract media (*Phytopathology*, t. 17, 1927, p. 413-414).

Burkolder (W.-H.). — The genus Phytomonas (*Phytopathology*, t. 20, 1930, p. 1-23).

Elliott (Ch.). — Manual of bacterial plant pathogens (un vol. 349 p., Londres, 1930).

Gessard (C.). — Sur la fonction fluorescigène des microbes. (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. 6, 1892, p. 801-823).

Hauman-Merck (L.). — Contribution à l'étude des altérations microbiennes des organes charnus des plantes. (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. 27, 1913, p. 501-522).

Hedges (F.). — A study of bacterial pustule of soybean, and a comparison of *Bact. phaseoli sojense* Hedges with *Bact. phaseoli* EFS. (*Journ. Agric. Res.*, t. 29, 1924, p. 229-251).

Johnson (J.). — The relation of air temperature to certain plant diseases. (*Phytopathology*, t. 11 ; 1921, p. 447-458).

Kotte (W.). — Ueber den Einfluss des H-Ionen-Konzentration auf das Wachstum einiger phytopathogener Bakterien. (*Phytopathologische Zeitschrift*, tome 2, 1930, p. 443-454).

Labrousse (F.) et Sarejanni (J.). — Recherches physiologiques sur quelques champignons parasites (*Phytopathologische Zeitschrift*, t. 2, 1930, p. 1-38).

Lasseur (P.), Thirg (G.), Dupoix (A.) et Olivier (M.). — Influence du phosphore et du magnésium sur la fonction fluorescigène. (*Lab. de Micr., Faculté de Pharm de Nancy*, fasc. III, 1930, p. 35-52).

Laurent (E.). — Expériences sur l'absence de bactéries dans les vaisseaux des plantes. (*Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique*, 3e série, t. 19, 1890, p. 468-471).

Laurent (E.). — Recherches expérimentales sur les maladies des plantes. (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. 13, 1899, p. 1-48).

Lepoutre (L.). — Recherches sur la transformation expérimentale de bactéries banales en races parasites des plantes. (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. 16, 1902, p. 304-312).

Lewis (I.-M.). — Growth of plant pathogenic bacteria in synthetic culture media with special reference to *Phytomonas malvaceara*. (*Phytopathology*, t. 20, 1930, p. 723-731).

Smith (E.-F.). — Bacteria in relation to plant diseases. (3 vol., Washington, 1905-14).

Wolf (F.-A.) et Shunk (I.-V.). — Tolerance to acids of certain bacterial plant pathogenes (*Phytopathology*, t. 11, 1921, p. 244-250).

II. — Bacterium tabacum

Remarque. — Nous ne signalerons ici que les travaux fondamentaux ou récents concernant le « feu sauvage » du tabac. Une bibliographie très complète concernant les travaux antérieurs à 1929 pourra être consultée dans le t. 2 de l'ouvrage de MM. Capus, Leulliot et Forx : Le Tabac, Paris, Soc. d'Editions géographiques, maritimes et coloniales, 1929.

Breda de Haan. — Verslag omtrent den staat vans'Lands Plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1898 (*Buitenzorg*, 1898).

Brooks (R.-S.-J.), Nain (K.) et Rhodes (M.). — The investigation of phytopathogenic bacteria by serological and biochemical methods. (*Journ. Path. et Bact.*, t. 28, 1925, p. 203-209).

Cavadas (D.-S.). — Le wildfire dans les plantations de tabac de Thrace et de Macédoine. (*Rev. de Path. Vég. et Ent. Agric.*, t. 11, 1924, p. 236-242).

Charlan (F.). — Las viruelas y rullas del Tabaco en la Republica Argentina. (*Min. Agric. Nac.* (Buenos-Aires), *Secc. Prop. e Inform. Circ.*, 397, 1925, p. 1-4).

CLARA (F.-M.). — A new bacterial leaf disease of Tobacco in the Philippines. (*Phytopathology*, t. 20, 1930, p. 691-706).

DUFRENOY (J.), SAREJANNI (J.) et STAMATINIS (N.). — Etude expérimentale d'une maladie bactérienne du tabac. (*Rev. de Path. Vég. et d'Entomol. Agric.*, t. 16, 1929, p. 186-192).

DUFRENOY (J.), SAREJANNI (J.) et CRISTINICI. — Taches bactériennes du tabac. (*Revue de Botanique Appl. et d'Agriculture Tropicale*, t. 10, 1930, p. 861-867).

DUFRENOY (J.). — Maladie du Feu sauvage du tabac due au *Bacterium tabacum*. (*Annales des Epiphyties*, sous presse).

EVANS (I.-B.-P.). — Tobacco wildfire. (*Journ. Dept. Agric. of Union S. Africa*, t. 4, 1922, page 57).

FOEX (Ed.). — Rapport phytopathologique pour les années 1926-27. (*Annales des Epiphyties*, t. 13, 1927, p. 439).

FROMME (F.-D.). — Wildfire and angular leaf spot (*Rhodesia Agr. Journ.*, t. 18, 1921, p. 411-414).

FROMME (F.-D.) et MURRAY (T.-J.). — Angular-leafspot of Tobacco, an undescribed bacterial disease. (*Journ. Agr. Res.*, t. 16, 1919, p. 219-228).

JANKOWSKA (K.). — O nowych dla Polski chorobach roslin uprawnych. (Notes on diseases of cultivated plants new to Poland) (*Yearkbook of Agric. and Sylv. Sciences*, t. 21 ; 10 pages, 1929. (Résumé en anglais).

JOHNSON (J.). — A bacterial leafspot of Tobacco. (*Journ. Agr. Res.*, t. 23, 1923, p. 481-493).

KERN (H.). — Ueber das auftreten einer in Ungarn bisher nicht beobachteten Tabakkrankheit im Jahre 1926. (*Angew. Botanik*, t. 9, 1927, p. 451-458).

KOTTE (W.). — Der Bakterienbrand des Tabaks, eine für Deutschland neue Pflanzenkrankheit. (*Deutsch. Landw. Presse*, t. 54, 1927, p. 714-715).

PATEFF (P.). — Wildfire, a new bacterial leafspot disease on Tobacco in Bulgaria. (En russe : résumé en anglais). (*Rev. Inst. des Rech. Agr. en Bulgarie*, t. 4, 1928, p. 101-112).

SAVULESCU (T.). — Une maladie bactérienne nouvelle des feuilles du tabac en Roumanie. (Une brochure, 52 pages, extrait des travaux de l'Institut des Recherches Agronomiques de Roumanie, oct. 1929).

SMEE (C.). — Entomology, mycological and bacteriological work. (*Ann. Rept. Dept. Agric. Nyassaland Protectorate* for 1923, p. 35-36, 1924).

STAPP (C.). — Bakterielle Tabakkrankheiten und ihre Arreger. (*Angew. Bot.*, t. 12, 1930, p. 241-274).

WZOROFF (V.-I.). — Infections « ryaboukha » of Tobacco (*Nicotiania tabacum*) (*Bull. North Caucasian Plant Prot. Sta.*, N° 6-7, 1930, p. 261-272 ; résumé en allemand).

WECK (C.). — A propos de la nationalité de la rouille du tabac (*Journ. Agr. d'Alsace et de Lorraine*, 56e année, 1928, p. 115).

WOLF (F.-A.) et FOSTER (A.-C.). — Tobacco wildfire (*Journ. Agr. Res.*, t. 12, 1918, p. 449-458).

EVOLUTION DE LA COCHYLIS ET DE L'EUDEMIS DANS UN VIGNOBLE DE L'OUEST DE 1911 A 1932 PEUT-ON PREVOIR L'IMPORTANCE DES INVASIONS ?

par L. Moreau et E. Vinet

Depuis 1911, nous suivons, pour ainsi dire au jour le jour, l'évolution de la Cochylis (*Clysia ambiguella Hb.*) et de l'Eudémis (*Polychrosis botrana Schiff.*) dans notre vignoble d'expériences (1). En 1921, nous avons assisté à la substitution presque totale de l'Eudémis à la Cochylis et nous avons pu fixer les conditions de cette substitution.

Pouvons-nous, des observations que nous avons faites sur la manière de se comporter de ces deux insectes, tirer quelques enseignements pour la pratique des traitements et établir une méthode de lutte susceptible d'être étendue à toute une région ? Somme-nous en mesure, en particulier — et nous insisterons sur ce point — de tirer de ces études des renseignements sur l'importance des invasions qui se succèdent dans un même vignoble ? Il semble qu'après vingt ans d'observation, une réponse dans un sens ou dans l'autre puisse être fournie à ce sujet. On voit l'intérêt de la chose. Si la prévision est possible, les viticulteurs pourront, dans la lutte à entreprendre contre ces insectes, proportionner leur effort aux chances plus ou moins grandes d'invasion et à l'importance de celle-ci. Dans le cas contraire, ils en seront réduits à appliquer tous les ans les mêmes traitements et à faire, par conséquent, les mêmes dépenses.

Pour suivre les mouvements (progression et regression) de ces deux ampélophages, nous nous basons sur les captures des papillons, opérées pendant toute la durée du vol, dans des pièges-appâts dont nous avons donné autrefois la description (Ann. des Epiphyt. T. VI, 1919). Douze de ces pièges sont installés au même endroit, dans un rang de vigne, depuis le 6 juillet 1911. Ils sont maintenus pleins pendant le vol des papillons et le relevé des prises est fait régulièrement tous les matins. On sait qu'elles sont très influencées par les agents météoriques. Un temps calme, sec,

(1) Le vignoble de Belle-Beille, d'une contenance de 6 hectares 1/2, est situé à la porte d'Angers et isolé.

chaud ou orageux leur est très favorable : les conditions inverses leur sont plus ou moins nuisibles. A l'été, pour les 2e et 3e génération, les captures sont généralement assez bien en rapport avec l'importance de l'invasion ; elles permettent en quelque sorte de la mesurer. Au printemps, il n'en est pas de même ; le plus souvent, par suite des températures très variables, et, seule, une numération de larves pourrait donner un renseignement certain sur ce point.

SUBSTITUTION DE L'EUDÉMIS A LA COCHYLIS

Déjà en 1919, quelques numérations nous avaient permis d'établir que 29 % des papillons capturés étaient des papillons d'Eudémis. En 1920, nous relevions, dans 12 pièges, au cours de l'année, 42 Eudémis à la première génération et 2.934 à la seconde et à la troisième, contre 70 et 1.407 Cochylis aux deux générations.

En 1921, en mai et juin, les deux insectes sont à peu près à égalité. Un mois plus tard, du 1er au 12 juillet, nous prenons 217 papillons de Cochylis et 533 d'Eudémis. Puis, la capture des premiers cesse brusquement, alors que celle des seconds se continue et arrive, en fin de saison, au chiffre de 3.180.

A partir de 1922 et jusqu'à ce jour, nous comptons sur 100 papillons, 95 à 98 Eudémis ; la Cochylis a presque disparu de notre vignoble. Que s'est-il passé en 1921 ? Les 11 et 12 juillet, nous avons enregistré 40 et 42° de température (thermomètre placé dans une souche et abrité sous le feuillage, à 50 centimètres environ du sol). Cette forte chaleur a été nuisible à la Cochylis, alors qu'elle ne semble pas avoir eu d'influence marquée sur l'Eudémis.

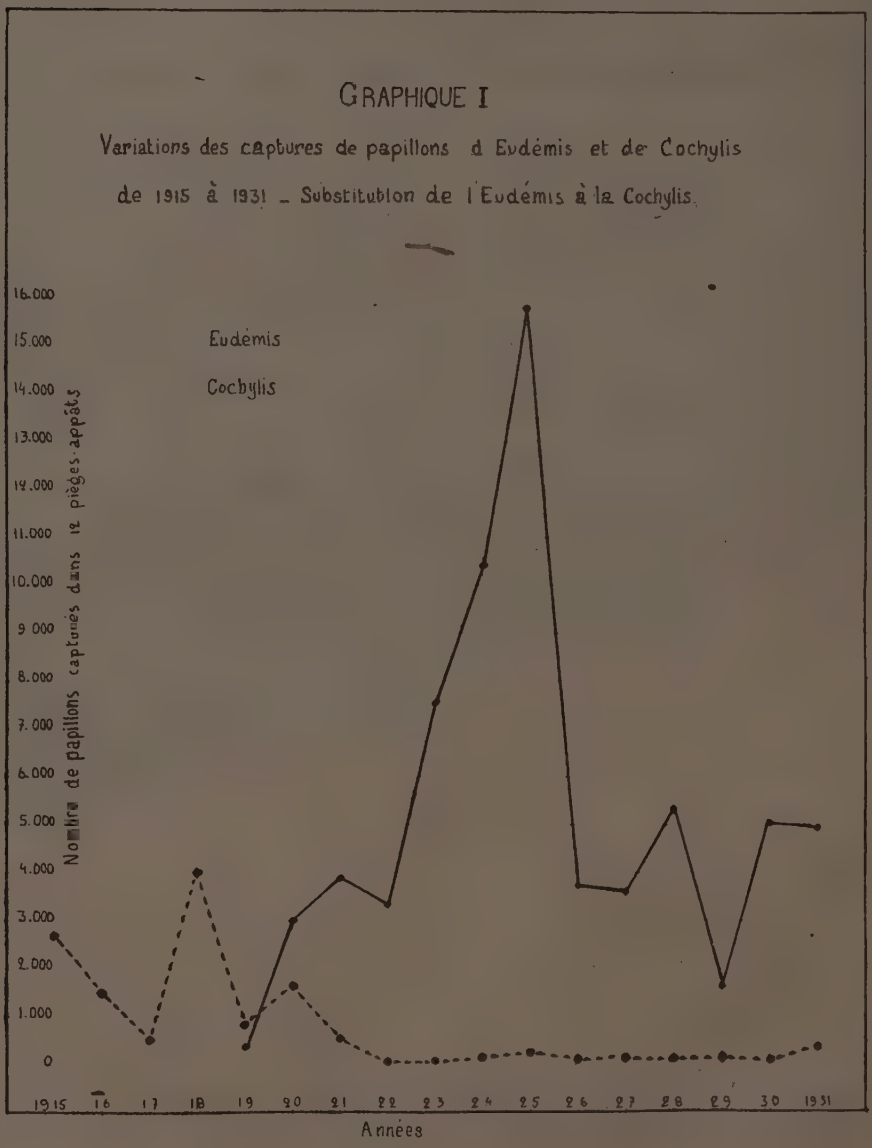
Nous avions déjà constaté, dix ans plus tôt, en 1911, la disparition brusque de la Cochylis, dans des circonstances analogues. Avant le 22 juillet de cette même année, nous avions pris 235 papillons dans 17 pièges. Après le 23 juillet, ce fut la cessation brusque des captures et nous relevions une température de 41° dans les souches les 23 et 24 juillet. Mais, en 1911, la Cochylis était seule présente dans le vignoble et les quelques individus qui avaient échappé à l'action destructive de la chaleur se sont de nouveau multipliés les années suivantes. Peu nombreux en 1912 (38 papillons dans 36 pièges au printemps et 133 à l'été), ils commencent à pulluler sérieusement en 1913 (2.289 papillons capturés dans 31 pièges pour l'année). En 1915, nous en comptons 2.700 dans 12 pièges et 4.000 en 1918.

En 1921, les conditions sont différentes ; l'Eudémis est présente en nombre déjà important. Elle n'est pas atteinte par la chaleur et elle va se substituer presque entièrement à la Cochylis, dès l'année suivante, offrant

un nouvel exemple de cette concurrence vitale qui s'exerce au profit de l'individu le mieux adapté au milieu et le plus prolifique.

Une température de 40 à 41°, deux jours de suite, a donc été, à deux reprises, nuisible à la Cochylis, en agissant sur les chrysalides, au moment où elles sont dans un état de moindre résistance (sortie des papillons).

Si la Cochylis craint la chaleur de l'été, elle redoute aussi l'humidité de



l'hiver qui favorise le développement des moisissures parasites (*Isaria*). Nous avons pu, à diverses reprises, dénombrer les chrysalides mortes sous les écorces. Dès le début de février, nous avons compté jusqu'à 52 % de chrysalides déjà parasitées et détruites. L'Eudémis est plus résistante à la chaleur et à la sécheresse que la Cochylis, mais, l'hiver, ses chrysalides peuvent être envahies tout aussi facilement par les moisissures. Dès la mi-novembre, en 1929, nous avons pu compter 36 % des Eudémis déjà parasitées. Ces observations ne font que confirmer, pour notre région, en les précisant par des chiffres, des faits déjà connus.

Le graphique ci-joint (N° I), rend compte, par année, de 1915 à 1931, de toutes ces variations.

Allure du vol des papillons de Cochylis et d'Eudémis

A. *Cochylis*. — Le vol de la Cochylis est relativement court, ramassé. Les deux générations sont très nettement séparées par un intervalle de trois semaines à un mois. Sous notre climat septentrional, le vol dure habituellement de 20 à 30 jours, au printemps, quelquefois moins, rarement plus, et de 30 à 35 jours à l'été. On ne compte guère, à chaque génération, qu'une période de grand vol. Enfin une seule fois, en 1920, nous avons enregistré trois générations très espacées, la première allant du début de mai au 26 du même mois ; la seconde du 1er juillet au 3 août et la troisième du 11 septembre au 17 octobre et donnant respectivement dans nos 12 pièges : 70, 1.407 et 128 papillons. Les conditions atmosphériques de l'arrière-saison ont favorisé cette troisième génération, en particulier celle du mois d'octobre qui, dans ses débuts, fut chaud, ensoleillé et orageux vers le soir (1). Cette 3e génération, souvent fatale à la Cochylis, a marqué, en 1920, le début de son déclin dans notre vignoble.

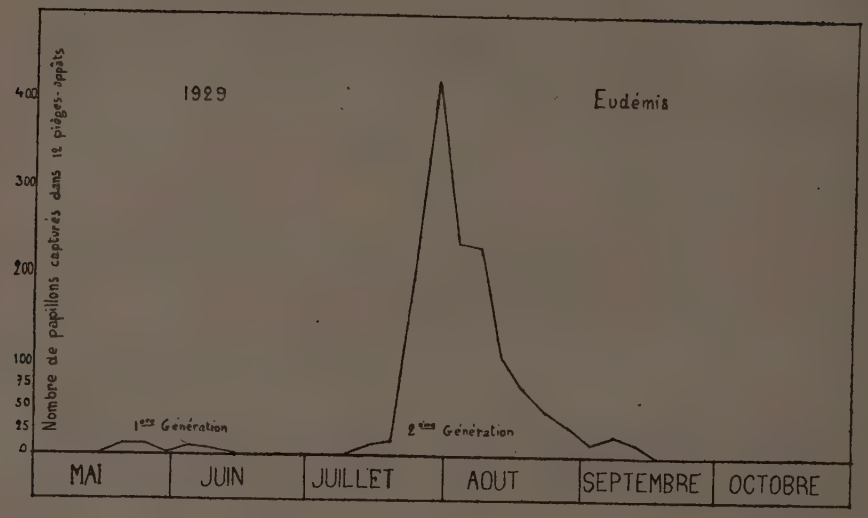
B. *Eudémis*. — Le vol de l'Eudémis est généralement plus étendu que celui de la Cochylis. Il peut s'espacer sur près de deux mois, au printemps, comme en 1923. La 2e et la 3e génération ne sont pas, sauf en 1928, séparées nettement par une interruption un peu longue. On peut prendre, tous les jours, des papillons du 1er juillet au 25 octobre, comme en 1924. Il y a cependant un ralentissement très accentué du vol vers la première quinzaine de septembre, qui permet de différencier les 2e et 3e générations. Depuis ces dernières années, le vol de l'Eudémis a tendance à se resserer. C'est ainsi qu'en 1929, il va du 12 mai au 12 juin pour la 1re génération de printemps et du 5 juillet au 15 septembre pour celle d'été, établissant ici et pour la

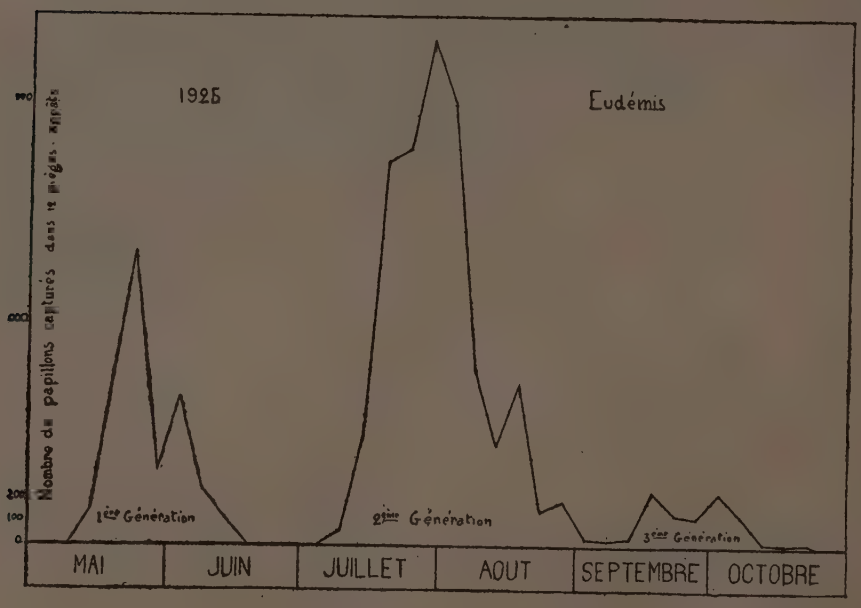
(1) Un poste météorologique comprenant : thermomètres, baromètre, hygromètre, pluviomètre et sunshine héliographe est installé au vignoble depuis 1911.

GRAPHIQUE II

Allure du vol des papillons d'Eudémis

en 1925 et 1929

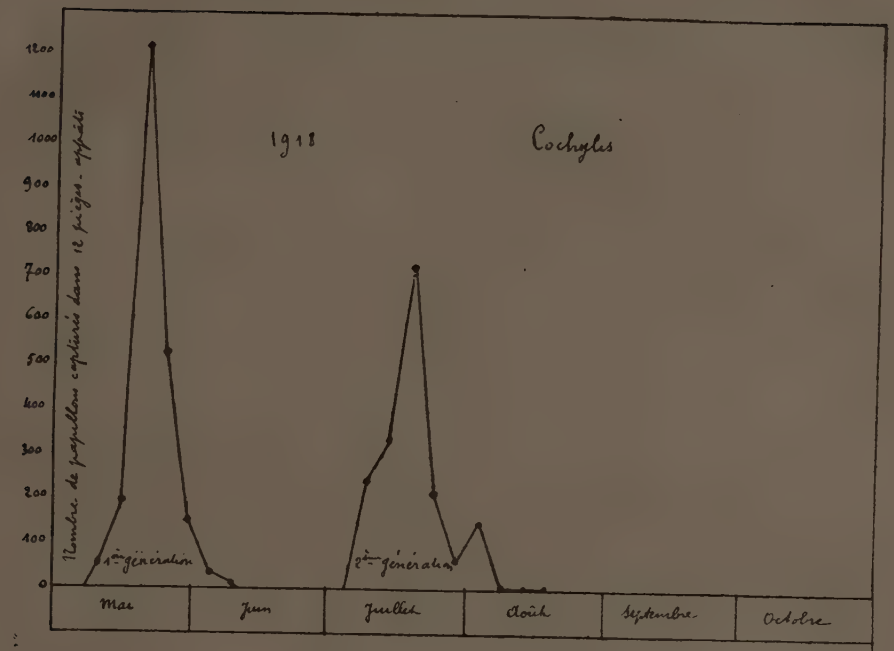


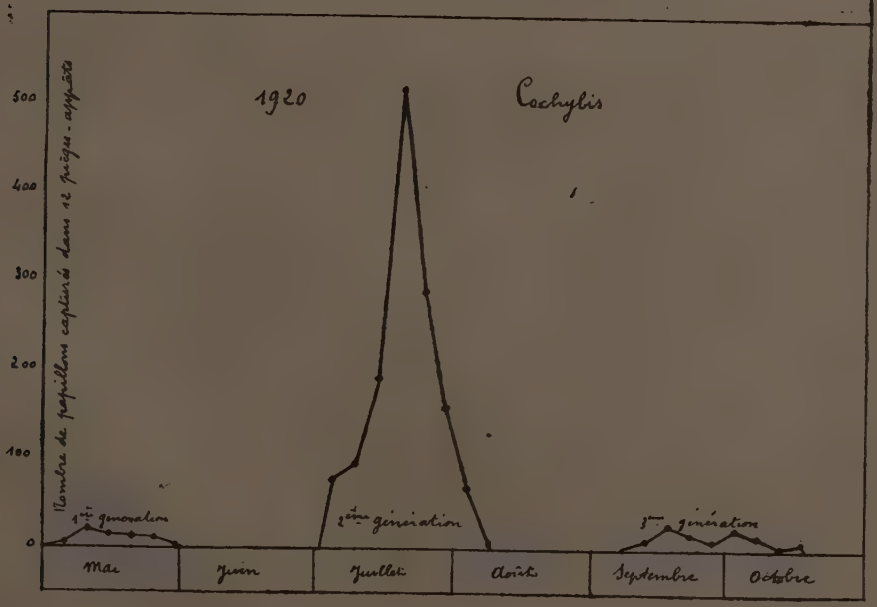


Graphique III

Allure du vol des papillons de Cochylis

en 1918 et 1920





première fois, nettement, l'absence d'une 3e génération. Au cours du vol prolongé de l'Eudémis, on peut constater plusieurs périodes de grand vol.

Les graphiques ci-joints (II et III), rendent compte des différences d'allure dans le vol des papillons pour deux années où les vols furent les plus importants : 1918 pour la Cochylis et 1925 pour l'Eudémis et dans les deux années où l'on a constaté une 3e génération pour la Cochylis (1920) et deux générations seulement pour l'Eudémis (1929). Ils ont été établis en faisant la somme des captures tous les cinq jours.

Peut-on prévoir l'importance des invasions ?

A. — Peut-on, d'abord, par la seule numération des papillons capturés au printemps, avoir une idée de ce que sera l'invasion d'été, celle qui préoccupe le plus les viticulteurs ? Nous pouvons répondre : *non*. Les captures, en cette saison, sont trop influencées, comme nous l'avons dit, par les facteurs météoriques pour nous donner quelques précisions sur ce point. Nous avons cherché à établir un rapport moyen entre le nombre de papillons capturés au printemps et celui des papillons pris à l'été. Les écarts entre les rapports extrêmes sont trop considérables (ils ont varié de 0,8 à 20,1 pour la Cochylis et de 1,4 à 27,9 pour l'Eudémis) pour donner quelque crédit à la valeur d'un rapport moyen. Des numérations de larves, seules, seraient susceptibles de nous fournir un renseignement certain sur l'importance de la prochaine invasion. Mais elles sont difficiles à faire dans la pratique courante. Les numérations de chrysalides de 1re génération présentent encore plus de difficultés, car celles-ci sont, en juin, comme nous l'avons établi autrefois (*Rev. de Viticulture*, 1909), disséminées sur toutes les parties de la souche et même sur le sol, fixées aux mottes de terre, aux cailloux, aux herbes.

B. — Peut-on déduire des captures de papillons faites à l'été quelques renseignements pratiques sur l'invasion présente en marche? On peut répondre : *oui*, car on sait que l'importance de l'invasion sera en rapport avec celle des captures. Mais les renseignements fournis le sont au fur et à mesure de la marche de cette invasion. Ce n'est plus de la prévision, c'est de la constatation faite au moment où il faut agir ; on peut cependant encore en tirer profit pour intensifier ou non les traitements d'été.

C. — Peut-on, de l'importance de l'invasion d'été, préjuger de celle du printemps de l'année suivante ? Si nous examinons notre premier graphique, nous voyons combien est variable, d'une année à une autre, l'importance des captures. A part la période 1923-1924-1925 où, pour l'Eudémis, la courbe est nettement ascendante et lie assez étroitement l'une à l'autre ces trois années, tous les ans ou tous les deux ans, la courbe change de direc-

tion. Ce changement est très marqué de 1925 (15.779 papillons capturés au cours de l'année) à 1926 (3.733). A quoi peut-on attribuer ce changement et cette chute brusque des captures de 1925 à 1926 ? Evidemment pour une grande part à la destruction des chrysalides au cours des sept mois — octobre à mai — que les insectes passent à cet état. Si cette destruction, au cours de l'hiver, a une telle importance sur l'invasion de l'année qui suit, les numérations de papillons, celle des larves ou des grains piqués à l'été précédent ne sont pas significatives. Il s'en suit que le seul moyen d'évaluer l'invasion de printemps, pour un vignoble donné, serait un dénombrement des chrysalides restées vivantes sous les écorces, en mars et avril. Ce dénombrement, dont l'indication n'aurait qu'une valeur locale et qui devrait porter sur un grand nombre de souches, est difficilement réalisable.

En résumé, on ne peut pas prévoir quelle sera l'importance de la génération d'été, en se basant sur les seules captures de papillons faites au printemps, ni l'importance de la 1re génération de l'année suivante, connaissant les captures de papillons à l'été. Le nombre des captures n'a donc qu'une valeur statistique — surtout en juillet et août — concernant l'invasion présente. Au point de vue pratique, nous en tirerons surtout une indication précieuse sur l'allure du vol et la fixation de l'époque des traitements.

Ajoutons, de plus, que l'importance numérique d'une invasion de Cochylis ou d'Eudémis n'est pas forcément en rapport avec l'importance de dégâts occasionnés par ces insectes. Chacun sait que, suivant les conditions météorologiques de l'année (année sèche ou humide, chaude ou tempérée, etc.) les dommages occasionnés à la récolte sont très différents pour des invasions d'égale intensité. Autrement dit, le nombre moyen de boutons floraux ou de grains détruits par une larve varie dans des limites assez étendues.

Il y a donc tout à la fois incertitude pour prévoir l'importance des invasions et pour prévoir l'importance des dégâts.

A la suite de ces remarques, nous en arrivons, après vingt ans d'observations et de recherches, aux conclusions suivantes :

CONCLUSIONS

Dans l'impossibilité où nous nous trouvons de prévoir d'une génération à une autre ou d'une année à une autre, l'importance des invasions de Cochylis et d'Eudémis, dans celle où nous nous trouvons également de prévoir l'importance de leurs dégâts qui n'est pas forcément proportionnelle à celle de l'invasion, nous ne pouvons pas nous arrêter à la

méthode de défense qui consisterait, dans un but économique, à proportionner l'effort au degré présumé de l'attaque.

Mais nous savons qu'on peut, aujourd'hui, par l'observation des captures de papillons faites dans des pièges indicateurs, disposés sur plusieurs points du vignoble et groupés par dix environ, déterminer avec une exactitude suffisante l'époque la plus favorable pour exécuter les traitements contre les larves, les seuls auxquels on ait recours actuellement. On connaît, aussi, après de multiples essais, les produits les plus actifs, comme l'arséniate de plomb, par exemple, que l'on mélange à une bouillie cuprique et l'on sait comment il faut les répandre. Nous nous trouvons donc, malgré l'incertitude où nous sommes de prévoir l'importance de l'invasion, dans de bonnes conditions pour combattre la première génération. Contre la seconde, nous ne sommes pas non plus désarmés. Mais, ici, l'ennemi est plus difficile à atteindre sur des grappes déjà développées et enfouies sous le feuillage. Il en résulte que l'effort principal doit porter contre la génération de printemps. Cependant, quelles que soient la perfection et l'efficacité des applications insecticides, il ne faut pas compter arriver en une seule année ou même en plusieurs à une destruction de ces insectes telle qu'elle puisse nous permettre de suspendre les traitements pendant un certain temps.

Leur action doit, d'une manière constante, ajouter son effet aux causes naturelles de destruction. Nous sommes alors arrivés à la conception suivante dans la lutte à entreprendre contre la Cochylis et l'Eudémis : Introduire dans la pratique courante les traitements arsénicaux, au même titre qu'on y a introduit autrefois les sulfatages préventifs contre le Mildiou, puisque, somme toute, pour la Cochylis comme pour le Mildiou, nous ne sommes pas suffisamment renseignés sur l'invasion à venir. Deux traitements cupro-arsénicaux copieux, faits au printemps sur les grappes, au moment où celles-ci sont encore bien visibles, complétés, à l'été, par des poudrages répétés (soufre et chaux, par exemple) pendant le vol des papillons de seconde génération, doivent arriver à réduire en nombre et en importance les grandes invasions dont nous avons surtout à souffrir. Ces traitements cupro-arsénicaux faits, pour notre région, à la fin de mai, pour le premier, et au début de juin, pour le second, préservent la grappe contre les ampélophages et, en même temps, nettement contre le Rot Gris. En somme, pour une dépense supplémentaire de 6 à 7 francs par hectolitre (prix du kilo d'arséniate de plomb) renouvelée deux fois dans la même année, nous arrivons à garantir nos grappes, au printemps, contre les deux fléaux qui les menacent le plus. Ces traitements, répétés tous les ans, nous les avons appelés *traitements d'assurance* parce que, jusqu'ici ils ont, dans le vignoble où nous les appliquons avec méthode depuis 1928, préservé la récolte d'une manière satisfaisante et assuré un bon rendement.

MODIFICATIONS PATHOLOGIQUES DU MÉTABOLISME CELLULAIRE CHEZ LES TABACS

par Jean Dufrenoy,
Ingénieur Agronome, Docteur ès Sciences,
Directeur de la Station de Pathologie Végétale de Bordeaux.

SOMMAIRE

I. *Développement de la plantule de Tabac.* — 1. Germination. — 2. Les cellules méristématiques. — 3. Absorption de l'eau et des corps dissous. — 4. Les vacuoles. — 5. Le cytoplasme. — 6. Structure physique du cytoplasme. — 7. Membranes plasmiques.

II. *Les constantes cellulaires.* — 1. La tonicité. — 2. L'acidité : modifications du pH vacuolaire, Fumure et acidité, Acides organiques du Tabac, Oxalates et pH. — 3. Pouvoir tampon et indice tampon, Le système tampon, Le rôle du potassium. — 4. Le potentiel d'oxydo-réduction. — 5. La perméabilité cellulaire.

III. *La protéogenèse et la protéolyse.* — 1. Effet de la faim sur les cellules. — 2. Mort aseptique des tissus embryonnaires carencés. — 3. Exagération physiologique ou pathologique de la protéolyse.

IV. *L'amylogénèse et l'amylolyse.* — 1. Exagération expérimentale de l'amylogénèse. — 2. Exagération expérimentale de l'amylolyse. — 3. Effet de l'éthylène.

V. *Effet des radiations ultra-violettes sur les feuilles de Tabacs.*

VI. *Les maladies à virus du Tabac.* — 1. Effet du virus sur le chondriome. — 2. Effet du virus sur le métabolisme cellulaire. — 3. Les complexes de virus. — 4. Nature des virus.

VII. *Les taches de Bacterium tabacum.* — 1. Les facteurs écologiques du développement des taches de *Bacterium tabacum*. — 2. Nécroses d'insolation. — 3. Taches de *Bacterium tabacum* sur les feuilles affectées de mosaïque. — 4. Un Alternaria comme germe de sortie.

VIII. *Effets de divers germicides sur la germination des graines de Tabacs.*

IX. *Les conséquences cytologiques des troubles du métabolisme.* — 1. Protéolyse. — 2. Dégénérescence graisseuse. — 3. Modifications du contenu vacuolaire. — 4. Surfaces cytoplasmiques. — 5. Chondriome et vacuome. — 6. Mort du cytoplasme.

Les cellules de Tabac, par la diversité des produits qu'elles élaborent, par la rapidité avec laquelle elles réagissent aux excitations, et enfin par leur remarquable faculté de survie dans les conditions les plus variées, se prêtent relativement bien à l'étude des modifications pathologiques du métabolisme cellulaire.

Nous résumerons rapidement l'état de nos connaissances sur les constantes cellulaires du Tabac, et nous étudierons leurs variations dans les

cellules infectées par le *Bacterium tabacum*, affectées par les virus, ou exposées à des excitations physiques (radiations) ou chimiques (gaz).

CHAPITRE PREMIER

DÉVELOPPEMENT DE LA PLANTULE DE TABAC

La graine de Tabac, pesant environ 0 mg. 08, est une des plus petites graines qui soient et cependant, placée dans des conditions favorables, elle est capable de produire en 13 jours une plantule d'un poids sec de 0 mg. 5 ; en 20 jours de 3 mg., et en 4 mois une plante dépassant la taille de l'homme.

§ 1. *Germination.* — A l'humidité et à la température de 27°, la graine de Tabac se gonfle et germe en 2 ou 3 jours ; un petit mamelon nacré s'allonge pour former la « radicule » que termine la « coiffe » et qu'entoure sur une certaine longueur un manchon de poils absorbants.

A l'opposé de la radicule se développe bientôt la tigelle qui ne tarde pas à former des feuilles vertes.

La jeune plantule placée vivante sur une lame de verre dans une goutte d'eau (ou mieux de solution saline ou sucrée), recouverte d'une lamelle de verre extra mince, et examinée sous le microscope à un grossissement de 500 ou de 1.000 (objectif à immersion 1/7 ou 2 m/m) est assez transparente pour laisser étudier les cellules dont elle est formée.

§ 2. *Les cellules méristématiques.* — Vers son extrémité, au-dessus de la coiffe, la radicule montre un massif de petites cellules qui se multiplient activement pour former d'autres cellules : cette multiplication se fait selon un certain ordre et l'on peut considérer trois assises de cellules particulièrement actives ou initiales emboîtées les unes dans les autres comme trois surfaces paraboliques : la plus externe produit les cellules de l'assise prolifère et de la coiffe (qui ne tarde pas à s'exfolier), la moyenne, la couche des cellules destinées à former le parenchyme de l'écorce. Enfin l'assise la plus interne produira un « cylindre central ». Certaines des cellules du cylindre central sont comprimées entre les cellules périphériques du parenchyme de l'écorce et les cellules centrales destinées à former la moelle ; ces cellules, laminées et comprimées, s'allongent pour former les futurs vaisseaux.

La radicule d'une plantule de huit jours laisse apercevoir par transparence des bandes spiralées qui constituent l'armature lignifiée des premiers vaisseaux du bois.

Une coupe transversale d'une radicule montre à ce niveau 4 vaisseaux (ou 4 faisceaux de vaisseaux ligneux) alternant avec 4 faisceaux libériens

noyés dans le reste du parenchyme du cylindre central et entourés de l'assise la plus externe du cylindre central ou « péricycle » et de l'assise la plus interne du parenchyme de l'écorce ou « endoderme ».

Cette structure caractérise la structure primaire de la racine.

§ 3. *Absorption de l'eau et des corps dissous.* — La plantule, par sa radicule, puis la plante par ses racines, puise dans les solutions minérales

Fig. 1. — Coupe longitudinale optique de l'extrémité d'une racine de plantule de Tabac montrant les trois assises d'initiales (mé), les cellules de la coiffe (c) avec leurs grains d'amidon statholithiques (a) et le début de différenciation des cellules vasculaires, caractérisées par leur vacuole riche en composés phénoliques précipitables (p. v.).

du sol l'eau et des substances dissoutes dans l'eau. Pour étudier le mécanisme de cette absorption, on peut : 1° Faire plonger les radicules ou les racines dans des solutions de composition connue, étudier d'une part l'appauvrissement de la solution en certains éléments et chercher d'autre part à localiser microchimiquement dans la plante des éléments absorbés ; 2° Faire germer des graines de Tabac sur des solutions minérales (qu'on peut solidifier par des additions de gélose) légèrement colorées par addition

de 1 à 5 10/1.000e de colorants vitaux. Les radicules plongeant dans le milieu coloré, leur extrémité peut, dans les conditions favorables à l'absorption, prendre une coloration visible à l'œil nu.

Dans les solutions de rouge neutre ou de phénosafranine, les régions d'active croissance se colorent fortement en rouge.

§ 4. *Les vacuoles.* — L'examen sous l'objectif à immersion montre que la coloration n'est pas diffuse, mais que le rouge s'est concentré dans certaines parties de chaque cellule méristématique sous forme de rares gouttes

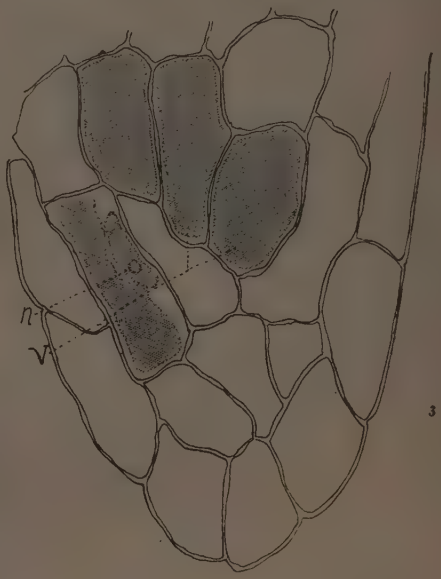


Fig. 2. — Extrémité de racine de plantule de Tabac montrant, en noir, les vacuoles colorables par le rouge neutre dans les cellules du parenchyme et dans les cellules exfoliées de la coiffe (c) ; des grains d'amidon statholithiques se voient en a.

Fig. 3. — Extrémité de racine de plantule de Tabac montrant, en grisé, les vacuoles colorables vitalement par la phénosafranine.

sphériques ou allongées qui acquièrent une coloration rouge foncé, sous forme de vacuoles plus volumineuses et moins vivement colorées dans les cellules plus grandes situées au-dessus des méristèmes.

Les cellules vivantes peuvent donc absorber des substances dissoutes du milieu extérieur pour les concentrer dans des « solutions vacuolaires », dans des « vacuoles ».

§ 5. *Le cytoplasme.* — La partie non colorée de la cellule vivante (celle qui entoure les vacuoles renfermant une solution colorable par le rouge

neutre) représente le cytoplasme ; chaque cellule montre dans le cytoplasme un noyau réfringent.

Le cytoplasme est une masse fluide qui subit des déformations continuelles à l'intérieur de la membrane rigide qui limite chaque cellule.

Les mouvements cytoplasmiques déforment constamment les vacuoles et entraînent des inclusions visibles grâce à leur grande réfringence au sein même du cytoplasme. Ces inclusions sont :

1° Des gouttelettes sphériques particulièrement brillantes, colorables par les réactifs des matières grasses : ce sont des granulations lipoïdes ;

2° Des grains, des bâtonnets ou des filaments réfringents probablement constitués d'un complexe de matières azotées et de matières grasses : ce sont les mitochondries ou chondriochontes (dont l'ensemble constitue le chondriome d'une cellule) (Guilliermond).

Les mitochondries croissent en longueur et se divisent ensuite en deux ou plusieurs parties.

Chaque mitochondrie procède donc d'une mitochondrie préexistante ; les mitochondries des cellules de l'embryon provenant évidemment de la multiplication des mitochondries de l'œuf.

§ 6. *Structure physique du cytoplasme.* — Certaines parties de plantes de Tabac examinées vivantes sous le microscope ou sous l'ultra-microscope à un grossissement supérieur à 1.000 fois, permettent d'étudier la structure physique du cytoplasme vivant ; tels sont par exemple les poils des feuilles, des tiges ou des pétales, ou les fragments d'épiderme arrachés à la surface des feuilles ou des pétales. Un poil représente une file linéaire de cellules, un fragment d'épiderme, une assise de cellules étalées en un plan. La cellule vivante d'un poil ou d'une assise épidermique montre une grosse inclusion très réfringente correspondant au « noyau ». Ce noyau est inclus dans une substance réfringente ou cytoplasme formant un réseau de trabécules le long desquels sont alignées des inclusions plus réfringentes, « mitochondries » en filaments ou en bâtonnets, « plastes » globuleux, gouttelettes graisseuses sphériques.

Les mailles du réseau cytoplasmique délimitent les vacuoles emplies de solutions aqueuses. L'examen des poils de Tabac ou d'arrachements épidermiques sous l'ultra-microscope montre, brillamment illuminé sur le fond noir, le contour de trabécules cytoplasmiques, c'est-à-dire la surface de contact entre cytoplasme et vacuoles. Le contenu vacuolaire d'une part, le cytoplasme d'autre part, sont optiquement vides, ils représentent donc chacun une solution homogène ne diffusant pas la lumière (c'est-à-dire ne montrant pas de micelles animées de mouvements browniens dans un liquide intermicellaire).

La structure du cytoplasme s'étudie dans la cellule vivante, au moyen du microscope et de l'ultra-microscope, en milieu isotonique, ou dans les cellules « fixées » par les méthodes cytologiques permettant de localiser microchimiquement les constituants cellulaires ou du moins de localiser topographiquement dans les tissus peu altérés les éléments constitutifs de l'architecture cellulaire.

Parmi les colorations, il faut distinguer :

1° Les réactions microchimiques révélant spécifiquement certains composés chimiques simples (réactif de Millon Deniges, pour certains protides, réactif au bleu d'indophénol naissant sur les lipides) ;

2° Les colorations histologiques qui, dans les cellules vivantes ou dans des cellules convenablement fixées (c'est-à-dire tuées sans altération morphologique post-mortem) permettent de mettre en évidence les constituants morphologiques de la cellule ;

3° Les colorations vitales qui, dans les cellules vivantes, permettent de mettre en évidence les constantes cellulaires (pH, rH) des diverses régions du cytoplasme, de ses inclusions ou des vacuoles.

§ 7. *Membranes plasmiques.* — Le cytoplasme nous apparaît comme un complexe colloïdal de grosses molécules protéiques, associées à des molécules de lipides, et capable d'absorber des solutions aqueuses.

« Si nous sectionnons sous l'eau une cellule vivante, nous voyons sortir le cytoplasme sous forme de globules qui s'entourent immédiatement d'une membrane de coagulation analogue à celle que donnerait une goutte d'albumine. Dans la cellule vivante, il existe des membranes analogues autour des vacuoles, du noyau, des gouttes grasses et probablement aussi des plastes et des mitochondries. Toute surface limite du cytoplasme est automatiquement occupée par une couche de molécules immobilisées. » (Devaux.)

Toute membrane plasmique doit posséder deux faces dissemblables et chacune de ses faces doit constituer un champ de forces hémimoléculaires ; la surface de séparation vacuole-cytoplasme (au contact de deux milieux d'acidité différente) doit avoir, sur chacune de ses faces, des puissances d'attraction distinctes à l'égard des ions de signes contraires. (Devaux.)

La membrane primitive, monomoléculaire à l'origine, s'épaissit (avec orientation des molécules fixées) grâce aux attractions libres qu'elle possède, et en même temps elle peut devenir le siège de réactions (oxydations...) qui provoquent son imprégnation par des glucides ou des lipides. Ainsi le cytoplasme s'entoure extérieurement d'une membrane cellulosique qui peut se subérifier ou se lignifier.

CHAPITRE II

LES CONSTANTES CELLULAIRES

§ 1. *La tonicité.* — Chez les Tabacs, les poils ou les fragments d'épiderme des feuilles ou des tiges offrent un matériel favorable à l'examen vital des cellules, sous le microscope ou même sous l'ultra-microscope.

Un poil, par exemple, sous l'objection à immersion 2 m/m, se présente comme une colonne de cellules. Chacune est emboîtée dans une membrane et est constituée par un réseau de trabécules cytoplasmiques, qui, généralement, divergent à partir du noyau (visible comme une masse sphérique réfringente). Le long des trabécules cytoplasmiques les courants cytoplasmiques font se déplacer diverses inclusions : gros grains verdâtres (chloroplastes), bâtonnets ou petits grains réfringents (mitochondries), petites sphères très réfringentes (globules de graisses ou d'oléo-résines).

Les trabécules cytoplasmiques limitent des « vacuoles » emplies d'une solution aqueuse où peuvent flotter des cristaux.

Si, pour l'examiner, nous immergeons le poil dans de l'eau, nous verrons au bout de peu de temps les mitochondries, les plastes, perdre la netteté de leurs contours, se vésiculiser et diffluer : les constituants cellulaires, en effet, ont pour l'eau une affinité telle qu'ils l'absorbent au point d'y diffluer ou de s'y dissoudre.

Si nous plongeons le poil dans une solution concentrée de sels ou de sucres, au contraire, nous verrons le contenu cellulaire se contracter en boule, en perdant contact avec la membrane cellulaire : c'est le phénomène de plasmolyse, dû à l'incapacité de la cellule de garder son eau lorsqu'elle est plongée dans une solution concentrée (ou hypertonique).

Expérimentalement nous pouvons rechercher quelle est la concentration maxima de solution où la cellule peut être plongée sans être plasmolysée. Cette solution aura même concentration moléculaire que les solutions intravacuolaires : elle sera isotonique.

Toute solution moins concentrée sera hypotonique et susceptible de provoquer une hydratation excessive des constituants cellulaires.

La tonicité dépend du degré d'activité métabolique de la cellule et plus particulièrement de la richesse en hydrates de carbone, qui règle la richesse du suc vacuolaire en sucres ; les cellules des plages décolorées des feuilles qui entourent les taches bactériennes peuvent être plasmolysées par des solutions à 10 % de saccharose, solutions qui sont isotoniques ou même hypotoniques pour des cellules vertes, riches en saccharides.

§ 2. *L'acidité.* — Dans la cellule, le cytoplasme et le liquide vacuolaire constituent deux systèmes entièrement différents quant à leur acidité.

Le cytoplasme, par l'effet tampon de sa masse même ou de ses membranes plasmiques s'oppose en effet à toute pénétration d'acides ou de bases fortes ; tout au plus est-il pénétrable par des sels.

Le pH du cytoplasme, pour autant qu'on sache, paraît demeurer à peu près constant, au voisinage de pH6 ; le pH du suc vacuolaire paraît être très peu modifiable par les influences extérieures, mais il dépend naturellement du métabolisme cellulaire, et comme tel, offre un moyen d'investigation des modifications pathologiques de ce métabolisme.

Le Tabac, quant à sa nutrition azotée, peut être défini une plante à amides et à nitrates ; quand le Tabac reçoit du nitrate d'ammonium, NH^4 passe à l'état d'asparagine, et NO^3, pour autant qu'il n'est pas utilisé à la synthèse des protides, est accumulé comme nitrate.

L'acidité cellulaire des Tabacs ayant reçu de fortes fumures azotées s'explique par le fait que les tissus restent plus longtemps « jeunes ».

Quant à sa nutrition inorganique, le Tabac se caractérise par sa grande facilité d'absorption pour Cl (qui influe d'une façon désastreuse sur les qualités du produit manufacturé) et pour K, qui, depuis les travaux classiques de Schloesing, est connu pour améliorer la combustibilité du tabac à fumer.

Modifications du pH vacuolaire. — Nous savons malheureusement peu de choses sur la réaction des solutions vacuolaires des cellules normales des feuilles de Tabac. Récemment, Boning a étudié l'acidité ionique et le pouvoir tampon du jus de presse des feuilles de Tabac, et quelques réserves qui puissent être faites quant à la valeur de cette méthode, nous en résumerons les principaux résultats.

Fumure et acidité du jus de presse des tabacs. — L'acidité du suc exprimé des feuilles de Tabacs peut varier entre pH5 et pH6,5 sous l'influence des fumures. Elle paraît normalement comprise entre 5,4 et 5,6. Le suc des feuilles jeunes paraît moins acide que celui des feuilles adultes ou âgées.

La teneur en Ca des tissus ne paraît guère exercer d'influence sur le pH : la teneur en K joue le rôle essentiel, le manque de K augmente l'acidité cellulaire.

Acide malique. — Schloesing a mis en évidence la richesse relative de la plupart des Tabacs en acide malique, ce qu'ont confirmé Kissling, puis Vickery.

L'acide malique, qui ne représente guère que 7 % des acides totaux de la graine, représente plus de 80 % des acides totaux de la plantule et près de 70 % des acides des feuilles fermentées.

L'acide malique se forme très rapidement dans la jeune plantule de

Tabac et sa concentration maxima est atteinte dès que la plante a formé 5 ou 6 feuilles, c'est-à-dire bien avant que la plante n'ait atteint sa plus grande richesse en nicotine ; l'acide malique de la jeune plante doit donc se combiner à des bases autres que la nicotine. (VICKERY.)

Acide citrique. — L'acide citrique est particulièrement abondant dans la graine de Tabac et se forme encore rapidement dans la jeune plantule.

Au cours de la fermentation, les feuilles s'enrichissent en acide citrique.

Acide oxalique. — L'acide oxalique, très commun dans les plantes, est relativement abondant dans les graines de Tabac, où il peut représenter 8 % des acides totaux. Cette proportion s'abaisse rapidement à 2,5 % dans les plantules et à 0,6 % dans les plantes, pour remonter à près de 2 % dans les feuilles fermentées.

Acides aromatiques. — Les tannins sont, d'après SAVERY (1884) en partie représentés dans le Tabac par l'acide caféique.

Acide pectique. — On sait que les tissus des feuilles de Tabac sont remarquablement riches en pentosanes, dont la proportion (estimée en furfurol) dépasse 10 % dans les Tabacs russes pour cigares ou pour pipe.

En déduisant de ce furfurol ce qui doit provenir de l'acide galacturonique, on peut estimer à 5 % la proportion de pentosanes dans ces Tabacs.

L'acide pectique joue un rôle particulièrement important dans les feuilles de Tabacs, où le potassium doit, en notable partie, exister sous forme de pectate, dans la lamelle moyenne des cellules.

Oxalates et pH. — La formation d'acide oxalique entraîne le développement de vacuoles où s'accumulent des cristaux d'oxalate de calcium dont la forme dépend du pH du suc vacuolaire ; à côté de grands cristaux monocliniques (raphides et cristaux sableux), il ne se forme que très peu de cristaux tétragonaux (octaèdres) et aucune druse au-dessous de pH5 (rouge avec rouge de méthyle). La proportion relative et la taille des cristaux monocliniques diminuent, tandis qu'augmentent la proportion et la taille des cristaux tétraédriques (et octaédriques) à mesure que le pH s'élève au-dessus de 5 (taches *Bact. tabacum*, v. Ch. VII). Des druses apparaissent au-dessus de pH6 ; au-dessus de pH7, tous les cristaux sont tétragonaux ou associés en druses.

Les oxalates de sodium et de potassium étant solubles, l'acide oxalique doit tendre à former de l'oxalate de calcium (qui est pratiquement insoluble aux pH supérieurs à 1,5). Au-dessous de pH4, il doit se former surtout de l'oxalate acide CaH $(C^2O^4)^2$ en cristaux monocliniques.

Au-dessus de pH5 apparaissent des cristaux tétragonaux de CaC^2O^4.

§ 3. *Pouvoir tampon et indice tampon.* — Une solution a un indice tampon (B) de 1 quand son pH est modifié de 1 par l'addition de l'équivalent de 1 gr. d'acide ou de base forte.

Si d B est l'équivalent en grammes de la concentration par litre de la base, et si d pH est la modification de pH que cause l'addition de d B de base, l'indice tampon $B = \frac{d\,B}{d\,pH}$ En fait, B = équivalent en gr. de la solution de base (ou d'ac.) fort X volume (en l) de la sol. de base (ou d'acide) divisé par modification de pH X volume de la solution tampon (en litres).

Dans leurs zones respectives de pouvoir tampon maximum (vers pH 1, pour HCl, vers pH 4,73 pour l'acide acétique) HCl est 5.000 fois plus fort que l'acide acétique.

Les sels des acides faibles se dissocient beaucoup plus facilement que les acides correspondants et le degré de dissociation peut être identifié au degré de neutralisation (l'acide représentant la fraction indissociée, le sel la fraction dissociée) et la courbe de titration peut être transformée en courbe de neutralisation, qu'on peut graduer comme courbe de variation de l'indice tampon ; il suffit d'indiquer le volume de la solution tampon où l'on incorpore les quantités indiquées de base ou d'indice.

Le système tampon. — Les vacuoles des cellules de Tabac contiennent une base forte, la nicotine (qui peut représenter plus de 3 % du poids sec des tissus) ; cependant le suc des feuilles est acide par suite de la présence d'acides organiques : la courbe de dissociation de la nicotine montre que la nicotine est combinée à des acides organiques, surtout à l'acide malique.

Les sels des acides organiques : malates, citrates, oxalates et phosphates jouent dans les cellules le rôle de tampons et c'est pourquoi le pH des tissus ou de leurs extraits est très peu modifié par l'addition d'acides ou de bases.

Parmi les substances capables de jouer le rôle de tampon dans les cellules du Tabac, les oxalates, citrates et phosphates doivent jouer un rôle prépondérant : on sait que les courbes d'indic tampon montrent leur maximum vers pH 3,8 pour les oxalates, vers pH5 pour les citrates, la courbe des phosphates montrant au contraire un minimum dans cette région.

Parmi les différentes actions, Ca semble jouer comme système tampon entre pH3 et pH4 ; K entre pH3 et pH6 ; Mg entre pH4,5 et pH3,5.

Parmi les anions, NH_3 doit être surtout considéré comme source d'asparagine, dont l'importance, dans le système tampon, quoique moins considérable que celle des oxalates, citrates ou phosphates, doit être considérée surtout entre pH3,5 et pH7 ; Cl, que le Tabac absorbe avidement, peut jouer un rôle important dans le système tampon entre pH3 et pH6 ; So_4 est beaucoup moins facilement absorbé par le Tabac que Cl. Quant à NO_3, source des amino-acides, il joue un rôle surtout entre pH3 et pH6.

Pratiquement, il ressort des recherches de Boning :

1° Que, d'une façon générale, et toutes choses égales d'ailleurs, les feuilles jeunes sont moins bien tamponnées que les feuilles âgées ;

2° Que les cellules des Tabacs privés de potasse sont peu tamponnées, particulièrement entre pH3 et pH5, les cellules de Tabac ayant reçu de fortes applications de potasse étant contraire bien tamponnées dans cette zone.

On a souvent attribué au calcium un rôle prépondérant comme agent neutralisant des acides organiques, capable, par exemple en précipitant l'acide oxalique à l'état d'oxalate de calcium très peu soluble, de prévenir une acidification excessive du suc vacuolaire.

En réalité, c'est le potassium qui paraît jouer le rôle essentiel dans la réalisation du système tampon du suc vacuolaire. (Hoagland.)

Rôle du potassium. — Le potassium dans les plantes doit être considéré :

1° Dans la réalisation du système tampon que constitue le suc vacuolaire ;

2° Dans les relations qui le lient aux autres bases Calcium et Magnésium, et aux acides pectiques ;

3° Dans les effets de carence ;

4° Dans ses effets sur l'amylogénèse et la protéogénèse.

La production totale de matière hydrocarburée par les plantes végétant sur une surface déterminée de sol est dans une large mesure fonction de la quantité de potasse utilisable ; faute de potasse en quantité suffisante, l'activité photo-synthétique diminue, et l'assimilation de CO^2 est réduite.

Ce résultat peut s'expliquer, soit par une action directe de la potasse sur l'amylogénèse, soit par une action sur la protéogénèse ; en effet, faute de potasse, la proportion de protides solubles (amides et amino-acides) s'exagère. (Hoagland.)

En même temps que la composition organique, la composition inorganique est modifiée, car généralement le défaut de potassium tend à être compensé par un excès de calcium et de magnésium ; mais la somme des équivalents des bases inorganiques peut être diminuée, ce que trahit la diminution de la conductibilité électrolytique du suc vacuolaire, dont le pH tend à diminuer.

Les cellules privées de potassium développent prématurément de grandes vacuoles, les cellules riches en potassium conservent longtemps leur cytoplasme dense et leur activité méristématique. (Nightingale.) Pourvu qu'il soit sous forme soluble dans le sol, le potassium paraît toujours assimilable par les plantes quel que soit le radical auquel il est lié. La potasse présente pour le Tabac un intérêt tout particulier ; le Tabac est capable de concentrer spécifiquement le potassium dans le suc vacuolaire et les membranes des cellules des points végétatifs et des parenchymes foliaires, ligneux, corticaux.

Pour une certaine teneur de la feuille en potassium total, la proportion des sels organiques de potassium dépend surtout des proportions relatives

des ions K et des radicaux Cl et SO^4 (et secondairement de la teneur en CaO et MgO). Mais la richesse de la feuille de Tabac en sels organiques de potasse est pratiquement fonction du rapport $\frac{Cl}{K}$. Les applications de chlorure de potassium, de sodium, de calcium ou de magnésium dans le sol exagèrent la richesse de la plante en Cl, et rendent élevé le rapport $\frac{Cl}{K}$. L'application de chlorure de potassium en particulier élève la valeur du rapport $\frac{Cl}{K}$; les ions Cl et K étant tous deux absorbés avec avidité par le Tabac, le potassium reste dans les tissus surtout à l'état de chlorure, sans devenir disponible pour se combiner aux acides organiques. C'est sans doute ce qui explique l'influence défavorable des chlorures sur la combustibilité du Tabac.

Au contraire, quand les engrais potassiques sont appliqués sous forme de sulfate, l'ion K est absorbé beaucoup plus rapidement que l'ion SO^4 et une forte proportion du K absorbé reste libre pour entrer dans des combinaisons organiques.

Il en serait de même avec le carbonate de potasse.

Les cendres de Tabacs arrosés avec une solution de nitrate de potasse peuvent contenir jusqu'à 45 % de potasse.

L'application de nitrates de soude, de calcium et (à un moindre degré) d'ammonium réduit la richesse des cendres de Tabac en potassium. (Haas.)

Rôle du Calcium Ca. — Les feuilles de Tabac peuvent accumuler de grandes quantités de chaux (jusqu'à former 39 % des cendres). Elles doivent en contenir au moins 1 à 1,5 % (1,5 à 2 % CaO), faute de quoi apparaissent les phénomènes de carence de chaux : les feuilles supérieures ne développant pas leur pointe terminale, restent tronquées.

Dans les sols privés de calcium, et dont la réaction est trop acide, le magnésium et le manganèse peuvent exercer une action toxique sur le Tabac ; enfin divers microrganismes peuvent causer la pourriture des racines.

Rôle du Magnésium Mg. — Dès 1923, les auteurs américains ont décrit, sous le nom de « Sand drown » une chlorose résultant d'une destruction de la chorophylle dans les feuilles de Tabac privées de magnésium.

Le magnésium, en effet, entre dans la constitution de la molécule de chlorophylle, où il sert de lien entre les groupes organiques. La carence en magnésium a donc pour premier effet la dislocation de la chlorophylle des plantes, et pour première conséquence l'inhibition de l'assimilation chlorophyllienne.

Le minimum de magnésium nécessaire au développement des feuilles

vertes de Tabac paraît représenter 1/5 du minimum correspondant au calcium, soit 0,25 % Mg ou 0,4 % MgO ; si on admet que la chlorophylle représente 0,8 % du poids sec des feuilles vertes et que la chlorophylle pure contient 2,7 % Mg, la proportion de Mg fixée dans la chlorophylle représenterait moins de 0,03 % du poids sec des feuilles : pour éviter la destruction de la chlorophylle, il faut donc que la feuille contienne beaucoup plus de Mg que n'en fixe la chlorophylle. Chez les plantes qui souffrent de carence de Mg ce sont les feuilles supérieures, les plus jeunes, qui sont les moins pauvres en Mg.

Dans les cendres de Tabacs allemands, Klein et Behrens trouvent de 4,2 à 6,83 % de magnésie. Low et Aso estiment que dans le Tabac le rapport $\frac{K^2O}{MgO}$ doit être voisin de 4 (alors qu'il est voisin de 1 chez les céréales).

Aux Etats-Unis, la fumure aux tourteaux de coton, qui contiennent 0,6 % Mg, constitue une bonne fumure magnésienne.

La plus grande partie du potassium et des autres métaux est engagée dans une combinaison avec les acides pectiques, et sont par conséquent fixés par les membranes.

Depuis Schloesing, qui a attiré l'attention sur leur importance, les matières pectiques, qui représentent jusqu'à 4 à 6 % des feuilles du Tabac, ont fait l'object de nombreux travaux. On peut les grouper sous 3 catégories :

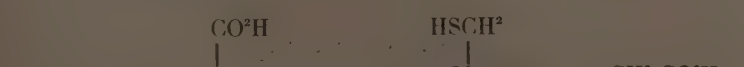
1° Pectine soluble dans l'eau ;

2° Pectose insoluble dans l'eau ;

3° Acide pectique, combiné à des métaux alcalins, pour former des pectates solubles.

§ 4. *Le potentiel d'oxydo-réduction.* — Le cytoplasme vivant est normalement capable de réduire au passage un certain nombre de colorants qui, en arrivant dans le contenu vacuolaire, reprennent leur état oxydé. Toute cellule vivante constitue un système oxydo-réducteur caractérisé par son potentiel d'oxydo-réduction ou rH.

Hopkins a montré que l'équilibre des oxydations et des réductions dans la cellule dépend surtout du glutathion, qui est un tripeptide dérivé de l'acide glutamique, de la cysteine et de la glycine, ou, plus précisément, un glutaminylcysteilglycine :



possédant un groupement thiol SH (correspondant à un groupement alcoolique OH où S a remplacé O). La glutathion est capable de se réduire ou de

s'oxyder avec la plus grande facilité, car il libère H ou accepte H ; par fixation de H une molécule de cystine forme deux molécules de cysteine :

Inversement, par fixation d'un atome de O, 2 mol. cysteine donnent 1 mol. cysteine avec formation d'H^2O.

$$\begin{array}{l} COOH - CHNH^2 - CH^2 - SH \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad + O \\ COOH - CHNH^2 - CH^2 - SH \\ \quad \text{2 mol. cystéine.} \\ COOH - CHNH^2 - CH^2 - S \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \; + H^2O \\ COOH - CHNH^2 - CH^2 - S \\ \quad \text{1 mol. cystine.} \end{array}$$

La cystine représente la forme disulfure, la cysteine la forme thiol ; la plus grande partie d'une glutathion est normalement à l'état thiol dans les tissus, ce qui contribue à leur conférer leur pouvoir réducteur.

Il existe dans la cellule vivante des corps qui servent d'intermédiaire entre l'oxygène, emprunté à l'atmosphère par la respiration, et les corps réducteurs cytoplasmiques ou intravacuolaires, tels que la glutathion et les pigments respiratoires (cytochrome de Keilin).

Quel qu'en soit le mécanisme, les échanges qui aboutissent à la destruction complète des constituants cellulaires s'expriment par une équation chimique d'oxydation ; inversement les phénomènes de synthèse, comme ceux de l'assimilation chlorophyllienne, se représentent par une mise en liberté d'oxygène, c'est-à-dire par une réduction.

Au sens électro-chimique, il n'y a pas de milieu purement oxydant ou de milieu purement réducteur ; il y a des systèmes oxydo-réducteurs, où chaque fixation d'un électron correspond à une réduction, chaque perte d'un électron à une oxydation. Il y a ainsi trois modes d'oxydation : fixation d'oxygène, perte d'hydrogène et perte d'électrons.

On peut dire en simplifiant que la respiration est une oxydation, l'assimilation une réduction (mise en liberté d'oxygène).

Les synthèses capables d'élever le potentiel chimique de la cellule sont

liées à des oxydo-réductions, l'oxygène étant régulièrement emprunté à l'eau. Ces oxydo-réductions doivent se manifester surtout au niveau de la couche monomoléculaire qui doit séparer le cytoplasme du contenu des vacuoles. Cette couche séparant deux milieux et douée de perméabilité sélective pour les ions est éminemment propre à provoquer ces phénomènes d'oxydo-réduction et d'autres réactions couplées.

Le potentiel d'oxydo-réduction peut être apprécié numériquement en rH (en fonction de logarithme négatif de la pression hypothétique d'hydrogène en équilibre avec un système donné d'oxydo-réduction) par l'emploi de colorants et de leurs dérivés : phéno-safranine, rouge neutre, violet neutre, vert janus, bleu de Nil, bleu de méthylène, bleu de crésyle, thionine, que le cytoplasme, en les réduisant plus ou moins, décolore plus ou moins ; ces colorants, en pénétrant dans les cellules, peuvent subir de la part du contenu vacuolaire une oxydation qui les recolore plus ou moins fortement, et nous avons montré que la pheno-safranine et le rouge neutre en particulier, absorbés, par les racines des Tabacs, de leurs solutions aqueuses, s'accumulent spécifiquement dans les vacuoles des tissus méristématiques, sous leur forme oxydée.

§ 5. *La perméabilité cellulaire.* — La diffusion des substances à travers le cytoplasme est un phénomène beaucoup plus complexe que le simple phénomène osmotique : la face externe et la face interne du cytoplasme sont en contact avec des milieux entre lesquels existe une différence de potentiel qui provoque une diffusion des électrolytes par électrosmose. Bancroft, Clowes, Dixon... considèrent la membrane plasmique des cellules comme formée d'une émulsion d'huile dans l'eau. Cette émulsion peut être transformée en une émulsion d'eau dans l'huile lorsque change de façon convenable le rapport Na/Ca dans la solution baignant la membrane.

Les ions K et d'une façon générale les ions monovalents exagèrent la pénétration de l'eau, tandis que les ions bivalents forment avec les lipides des membranes plasmiques des composés peu perméables. (Hansteen-Cranner.)

Les sels de potasse, de magnésie et d'autres sels alcalins même très dilués, exagèrent la perméabilité par leur action sur les phosphatides des membranes plasmiques, tandis que les sels de calcium tendent à « solidifier » ces membranes que les ions K, Mg rendent plus fluides.

Si dans la solution isotonique telle que la solution de Ringer, nous dissolvons un colorant tel que le rouge neutre, la phéno-safranine ou le violet de crésyle, nous verrons le colorant pénétrer la cellule vivante pour aller se concentrer dans les vacuoles qu'il colore électivement (1).

(1) Au contraire, dès que la cellule meurt, le cytoplasme et le noyau se colorent par le rouge neutre, tandis que le contenu des vacuoles se décolore.

CHAPITRE III

LA PROTÉOGÉNÈSE ET LA PROTÉOLYSE

Toute cellule vivante est le siège de phénomènes concomitants et antagonistes liés, les uns à une élaboration de complexes lipoprotéidiques aux dépens de molécules plus simples, les autres à une dislocation de ces complexes en leurs éléments.

L'étude cytologique de cellules parasitées ou carencées montre que chacun de ces phénomènes n'intéresse pas obligatoirement l'ensemble du territoire cytoplasmique d'une cellule : des phénomènes de protéolyse peuvent se localiser à un foyer cellulaire et s'y manifester par des modifications locales du cytoplasme.

Ces foyers de protéolyse s'observent dans les cellules qui survivent assez longtemps à une excitation pathologique, ou dans les cellules carencées : par exemple, dans des cellules de plantules cultivées aseptiquement, sur des milieux peu nutritifs, ou carencés, et où peuvent s'étudier les phénomènes de l'agonie cellulaire pendant des semaines, des mois et même des années, à l'abri de l'action perturbatrice des microorganismes de la putréfaction.

§ 1. *Effet de la faim sur les cellules.* — Dans une cellule qui vit sur sa propre substance, nous voyons, après Haberlandt, que la proportion de cytoplasme diminue par rapport à celle du contenu vacuolaire ; les plastes se vident de leur amidon, puis les lipoprothéides qui constituent leur trame se dissocient, au moins partiellement, avec mise en liberté de protides solubles : on sait qu'une partie de la substance protéique du plaste est susceptible d'être mobilisée pendant la faim d'azote, quitte à être remplacée si la cellule reçoit à temps des aliments de l'extérieur.

Une autre partie de protides constitue fondamentalement le plaste ; sa disparition est irrémédiable. Dans les plantules affamées, c'est le chondriome qui persiste le plus longtemps, sans altération.

§ 2. *Mort aseptique des tissus embryonnaires carencés.* — L'utilisation des hydrates de carbone et des protides dépend surtout des disponibilités des tissus en certains éléments minéraux utilisés en très petite quantité, mais dont le défaut empêche toute prolifération cellulaire. Mazé a montré, en particulier, que certains composés organiques du phosphore sont indispensables à l'évolution des embryons ; ces principes s'accumulent surtout dans les tissus méristématiques ; dans les plantes carencées, nous voyons brusquement dépérir le bourgeon terminal et les quelques millimètres de la tige au-dessous de ce bourgeon. Les réserves, en particulier les principes miné-

raux, émigrent alors de ces tissus tués, vers un foyer méristématique inférieur, vers un bourgeon latéral, qui évolue pour former une courte tigelle latérale. Celle-ci meurt à son tour brusquement, et elle cède ses réserves à un bourgeon inférieur pour lui permettre d'ébaucher un développement, voué à un précoce avortement.

Deux feuilles minuscules, mais bien vertes, peuvent se former aux dépens d'un bourgeon latéral sur une plantule dont toutes les parties plus âgées sont mortes ou vidées de réserves.

Nous faisons végéter depuis plus de trois ans des plantules de Tabac aseptiques, en tubes, sur milieu gélosé. De nouveaux bourgeons évoluent constamment aux dépens des réserves des feuilles précédemment formées, qui deviennent transparentes, car le contenu de leurs cellules se réduit à un immense sac vacuolaire qu'entoure une mince pellicule cytoplasmique, où persistent seulement quelques vestiges de plastes et les mitochondries.

§ 3. *L'exagération physiologique ou pathologique de la protéolyse.* — Depuis longtemps les auteurs (Mohr, 1903...) avaient attiré l'attention sur l'identité des phénomènes protéolytiques qui mobilisent, sous forme d'asparagine, d'amides et acides amidés, les réserves azotées de la graine de Tabac au cours de sa germination, et des phénomènes protéolytiques, qui, à la pente, au cours de la fanaison des feuilles de Tabac sur tige, mobilisent, au profit des bourgeons ou des feuilles jeunes, une partie des réserves azotées des feuilles adultes.

L'exagération relative de la proportion des protides solubles, et celle concomitante des glucides solubles, caractérise toute hyperactivité cellulaire, qu'elle soit physiologique, au cours de la germination, ou pathologique, et résulte de la mobilisation des réserves des organes âgés au profit de bourgeons, chez des Tabacs privés de leur alimentation normale, ou qu'elle s'observe dans des cellules parasitées. Dans tous les cas, l'hyperprotéolyse et l'hyperamylolyse se manifestent cytologiquement par une fragmentation du vacuome ; les divers aspects pathologiques des cellules de Tabac résultent simplement d'une exagération plus ou moins grave et généralisée des phénomènes protéolytiques.

CHAPITRE IV

L'AMYLOGÉNÈSE ET L'AMYLOLYSE

L'amidon, premier produit visible de la photosynthèse, est aussi le glucide qu'il est le plus facile de localiser microchimiquement.

Nous nous sommes attachés à préciser les conditions de formation de

l'amidon photosynthétique, ainsi que les facteurs de transport de cet amidon, à l'état de glucides solubles (après amylolyse) de son point de photosynthèse vers les lieux d'accumulation ou l'utilisation.

Dans les feuilles recevant des radiations convenables, les deux phénomènes de l'amylogénèse et de l'amylolyse sont probablement concomitants ; dans les cellules chlorophylliennes convenablement éclairées, l'amylogénèse masque l'amylolyse, et les chloroplastes, qui s'étaient partiellement vidés d'amidon pendant la nuit, en accumulent pendant le jour, soit en un seul grain, soit en plusieurs grains.

Divers facteurs peuvent exalter ou inhiber, soit l'amylogénèse, soit l'amylolyse (carence de certains aliments, en particulier potasse, excès de certains éléments (Bore), action de certains solvants, parasites divers...).

L'exagération de l'amylogenèse, ou l'inhibition de l'amylolyse peuvent aboutir à une pléthore de glucides dans les cellules chlorophylliennes, à une hypertonocité du suc vacuolaire et à une stase de l'amidon dans les chloroplastes.

L'inhibition de la photosynthèse, au contraire, a pour résultat l'hypotonicité cellulaire.

C'est ce que nous a permis de mettre en évidence l'étude des maladies d'hypertonie et des maladies d'hypotonie.

Chez le Tabac en particulier, on peut rapporter, aux maladies d'hypotonie, les maladies à virus du type « Mosaïque » et aux maladies d'hypertonie, l'affection mystérieuse dite « Tabac blanc ». Le défaut ou l'excès d'amidon sont des conséquences lointaines de troubles apportés à l'évolution des mitochondries en plates. Nous pouvons rattacher les troubles physiologiques à des modifications visibles des supports matériels de l'activité photosynthétique dans la cellule.

Chloroplastes et amyloplastes. — L'amidon représente le premier produit visible de la photosynthèse. La formation des grains d'amidon, colorables par une solution aqueuse d'iode et d'iodure de potassium, peut être observée dans les chloroplastes des feuilles de Tabac exposées à la lumière. Cette formation d'amidon photosynthétique ou « amylogénèse » est concomitante d'une dissolution de l'amidon par une diastase amylolytique, l'amylase. L'amidon, normalement accumulé pendant le jour dans les chloroplastes des feuilles, peut en disparaître presque complètement pendant les nuits chaudes, surtout lorsque la température nocturne se maintient voisine de 22°. Cette amylolyse ne laisse normalement pas de trou vide dans le chloroplaste. Il n'en est plus de même dans les chloroplates des cellules affectées par les maladies à virus et que la disparition de l'amidon peut laisser creusés de loges vides.

Vers l'extrémité des racines, au point végétatif, les cellules méristéma-

tiques montrent seulement des mitochondries en forme de bâtonnets ; dans les cellules voisines du point végétatif, des mitochondries peuvent acquérir un renflement où le réactif iodo-ioduré permet de déceler un grain d'amidon ; le grain grossit, tandis que la mitochondrie, évoluant en amyloplaste, prend l'aspect d'un têtard : la queue mitochondriale regresse à mesure que grossit la tête, renfermant un ou plusieurs grains d'amidon. S'il n'y a qu'un grain, il est entouré d'une capsule lipoprotéique représentant la substance même du plaste. S'il y a plusieurs grains, chacun est inclus dans une loge limitée par le stroma du plaste.

L'amidon peut se former dans des mitochondries qui évoluent en amyloplastes, ou dans des plastes déjà différenciés : chloroplastes ou exceptionnellement chromoplastes. Dans tous les cas le mécanisme chimique de la formation de l'amidon est le même : dans les chloroplastes, la chlorophylle n'intervient que pour produire les sucres à petite molécule, dont la condensation fournira l'amidon.

Dans les tissus profonds, les amyloplastes forment l'amidon aux dépens des sucres qui, provenant des tissus verts, en ont émigré. La formation de l'amidon dépend d'une accumulation suffisante de glucides dans la cellule : l'amylogénèse expérimentale s'obtient dans les tissus auxquels on fait absorber une solution sucrée et nous avons figuré les chloroplastes bourrés de grains d'amidon de cellules de Tabac élevées aseptiquement sur milieu de Molliard sucré.

Au contraire, l'appauvrissement de la cellule en glucides détermine l'hydrolyse de l'amidon ; les réactions qui produisent l'amidon sont réversibles et on observe à l'intérieur d'une même cellule la formation de nouveaux grains d'amidon dans des amyloplastes voisins de grains d'amidon en voie de digestion, dans divers cas pathologiques et en particulier dans les cellules affectées par la mosaïque ; la formation et la digestion de l'amidon paraissent être deux phénomènes distincts, dus à des diastases qui peuvent être localisées dans des territoires cellulaires différents.

D'ailleurs, l'amylogénèse dépend, beaucoup plus que l'hydrolyse, des conditions de vie de la cellule : elle est inhibée par une forte teneur en sucre, par l'action d'anesthéniques, de températures élevées, par la plasmolyse, par diverses maladies..., qui laissent s'exercer l'action amylolytique.

§ 2. *L'exagération expérimentale de l'amylolyse.* — Divers facteurs physiques ou chimiques permettent d'exagérer la mobilisation de l'amidon photosynthétique des cellules vertes normales, ou de provoquer la mobilisation de l'amidon accumulé dans ces cellules vertes, à la suite de phénomènes pathologiques.

Cette mobilisation d'amidon, en augmentant la richesse en glucides du

suc vacuolaire, tend à provoquer, dans les cellules intéressées, une fragmentation du vacuome.

C'est ce que nous avons pu obtenir expérimentalement par l'action de radiations ultra-violettes ou par celle de divers gaz.

Fig. 4. — Cellules de parenchyme chlorophyllien de feuilles de Tabac. A gauche, cellule verte normale dont les plastes verts contiennent de petits grains d'amidon après 24 heures de séjour à l'obscurité. Au milieu, cellule de « Tabac blanc » à chloroplastes bourrés de grains d'amidon a, et contenant quelques globules graisseux f, après 24 heures de séjour à l'obscurité. A droite, la même privée d'amidon et bourrée de globules graisseux après traitement par l'éthylène.

§ 3. *Exagération de l'amylolyse sous l'effet de l'éthylène, de l'acétylène ou de l'amylène.* — Les chloroplastes de « Tabac blanc », où une affection de cause encore indéterminée provoque la stase de l'amidon photosynthétique, peuvent être débarrassés de leur amidon et reprendre l'aspect de plastes normaux, à la suite d'un traitement de trois jours par une atmosphère de 1 pour 1.000 d'éthylène.

L'éthylène est un activateur de l'amylase. (Arthur, Hirschfelder et Ceder.)

Un « Tabac blanc » étant transplanté en pot dans une atmosphère enrichie de 1 pour 1.000 d'éthylène à l'abri de la lumière, les feuilles de la base commencent dès le deuxième jour à montrer des taches de maturation : les

chloroplastes se vident de leur amidon et s'enrichissent en globules graisseux au point de manifester une véritable fonte graisseuse : cependant les cellules restent bien vivantes et conservent un système vacuolaire colorable vitalement par le rouge neutre.

Au troisième ou quatrième jour, les feuilles de la base ont acquis une teinte fauve, et se détachent de la tige. La maturation et le flétrissement

Fig. 5. — Cellules palissadiques de « Tabac blanc ». B cellule examinée après récolte dans le champ au lever du soleil : les plastes sont bourrés de grains d'amidon a, avec de rares petits globules de lipides l. E après traitement par l'éthylène, l'amidon a totalement disparu ; les plastes apparaissent comme des amas de globules de lipides (l). U.V. l'irradiation, pendant deux périodes d'une minute à 24 heures d'intervalle par l'ultra-violet, d'une cellule de Tabac blanc, provoque l'hydrolyse de l'amidon des plastes et l'enrichissement de la vacuole (v) en glucides solubles.

gagnent progressivement les feuilles supérieures, tandis que les bourgeons restent bien vivants.

Les Tabacs blancs témoins maintenus en serre conservent leurs feuilles vivantes, avec des chloroplastes verts contenant quelques petits grains d'amidon et quelques petits globules graisseux.

Un Tabac normal, transplanté en pot et maintenu en atmosphère de 1 pour 1.000 d'éthylène, voit ses feuilles vertes mûrir rapidement à partir de la base : les chloroplastes perdent leur amidon : dès le deuxième ou le troisième jour les feuilles de la base ont acquis une teinte fauve, vers le cinquième jour les feuilles du sommet ont bruni, tandis que les bourgeons forment de longues poussées feuillées.

Les Mosaïques. Maladies d'hypotonie. — Dès 1917, FRIEBERG reconnaissait microchimiquement au niveau des tissus décolorés par la « Mosaïque », une déficience de glucides et un excès de protides. Ces résultats ont été confirmés, en particulier par nos travaux et par ceux de DUNLAP.

Les maladies à virus sous leur forme chronique inhibent d'abord le pouvoir photosynthétique des cellules chlorophylliennes, en exagérant les processus d'hydrolyse : la cellule affectée s'appauvrit en glucides, et sa pression osmotique tombe au-dessous de la normale, cependant qu'elle s'enrichit en protides par protéolyse des plastes.

Pour un même poids de matière sèche, DUNLAP trouve que des feuilles affectées de Mosaïque contiennent moins d'hydrates de carbone que des feuilles saines (12 % au lieu de 16 %) et plus de matière azotée (5,93 % au lieu de 5,43 %) ; en d'autres termes, le rapport $\frac{C}{N}$ qui est voisin de 3 pour les feuilles saines, tombe à 2 pour les feuilles affectées.

MODIFICATIONS PATHOLOGIQUES DU MÉTABOLISME CELLULAIRE CHEZ LES TABACS

par Jean Dufrénoy,
Ingénieur agronome, Docteur ès Sciences,
Directeur de la Station de Pathologie Végétale de Bordeaux.

CHAPITRE V

EFFETS DES RADIATIONS ULTRA-VIOLETTES SUR LES FEUILLES DE TABAC

Sous une lampe à vapeur de mercure émettant des radiations de longueur d'onde plus petite que 2.900 Å, une exposition de quelques minutes à une distance de 20 à 30 centimètres, nous a permis d'obtenir des lésions de l'épi-

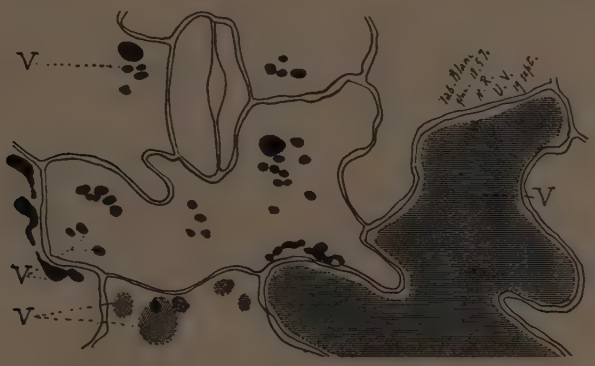


Fig. 6. — L'irradiation ultra-violette provoque une fragmentation du vacuome. Un lambeau d'épiderme arraché d'une feuille irradiée de *Tabac blanc* montre, à côté d'une cellule ayant gardé sa grande vacuole centrale normale (v), des cellules où le vacuome est fragmenté en une série de petites vacuoles rondes ou filamenteuses (colorables en rouge dans une solution de rouge neutre sucrée à 12 % et figurées en noir).

derme des feuilles de Tabac ; quelques heures après l'irradiation, la surface de la feuille prend un aspect brillant caractéristique, trahissant la nécrose spécifique des cellules épidermiques, avec épaississement et modification de la cuticule.

Une irradiation assez courte pour ne pas provoquer de lésion superficielle apparente peut être répétée chaque jour, et sa durée peut même être

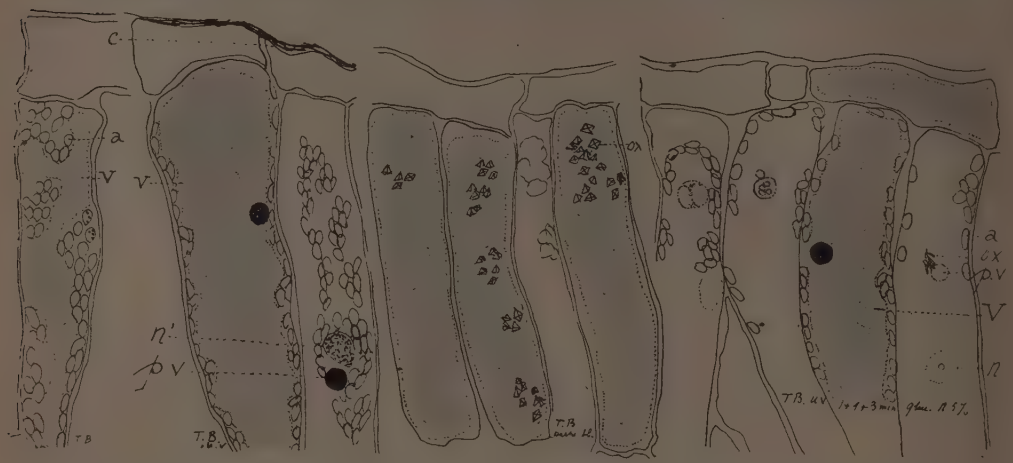


Fig. 7. — Cellules palissadiques de *Tabac blanc*. A gauche, examinés après récolte dans le champ au lever du soleil, les plastes sont bourrés de grains d'amidon au point que leur couleur verte est à peine décelable.

L'abondance de ces amyloplastes comprime la vacuole centrale v. Au centre, après un traitement par les radiations ultra-violettes, l'amidon disparaît des plastes des cellules qui restent vivantes en conservant une grande vacuole centrale v, à contenu colorable vitalement.

Des cellules palissadiques sont tuées, et l'épiderme est nécrosé.

Une répétition de courtes irradiations provoque l'enrichissement du suc vacuolaire en tétraèdres d'oxalate de calcium ox, tandis que l'amidon disparaît progressivement des plastes (expositions successives de 1 m., 1 m. et 3 minutes sous la lampe à vapeur de mercure à 24 heures d'intervalle.

augmentée progressivement : en irradiant des feuilles de Tabac une minute le premier jour, une minute le deuxième jour, puis trois minutes le troisième jour, nous avons pu provoquer, sans nécrose épidermique, des troubles métaboliques dans les cellules du parenchyme chlorophyllien.

Fig. 8. — L'irradiation ultra-violette provoque l'enrichissement du suc vacuolaire en oxalate de calcium. Une coupe transversale de cellules épidermiques de feuilles irradiées montre la grande taille des cristaux (ox).

La cellule du parenchyme palissadique de feuille de Tabac est généralement occupée en son centre par une grande vacuole, où flottent quelques cristaux d'oxalate sableux, dans une solution qui se colore uniformément en rouge par le rouge neutre.

A la suite de l'irradiation, des tétraèdres d'oxalate de chaux apparaissent

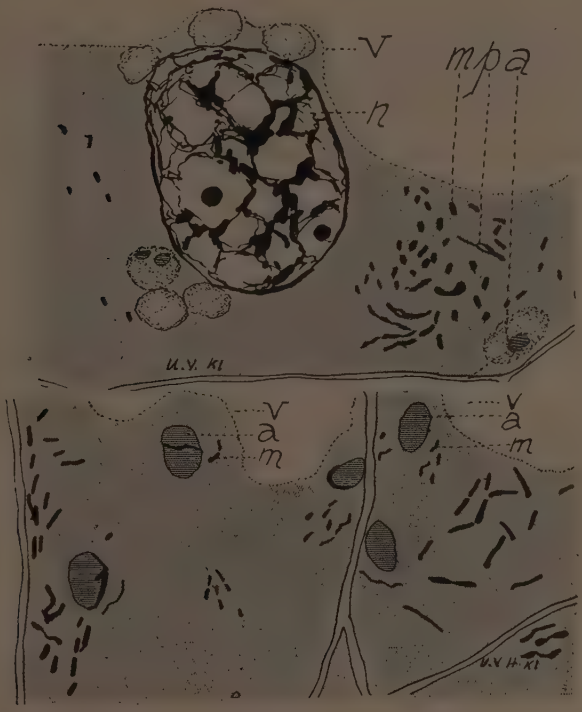


Fig. 9. — L'irradiation ultra-violette provoque dans les cellules du parenchyme palissadique du Tabac, une hypertrophie du noyau (*n*), une hydrolyse de l'amidon (*a*), et une active division des mitochondries (*m*).

en grand nombre dans la vacuole. La solution vacuolaire forme de plus en plus facilement des précipités sous l'influence du rouge neutre. Certaines cellules se plasmolysent ; leur vacuole se divise en petites vacuoles, dont le contenu, instable, est facilement précipité par le rouge neutre.

Les plastes, tout en conservant des grains d'amidon, forment dans leur trame de petits globules graisseux.

La rétraction des trabécules cytoplasmiques tend à les agglutiner en masse, au voisinage du noyau.

Les mitochondries inactives dans la photosynthèse résistent à l'irradia-

tion comme aux autres facteurs d'excitation, cependant certaines tendent à se diviser, d'autres à évoluer en plastes.

Le noyau lui-même s'hypertrophie ; la chromatine s'y agglomère en paquets irréguliers. Enfin, il devient facilement colorable. La cellule meurt.

L'effet le plus remarquable de l'irradiation ultra-violette sur le métabolisme cellulaire est l'exagération de la production des cristaux d'oxalate, que Nadson avait signalée dans l'*Elodea* et dans des *Hépatiques* et que nous avons retrouvée dans le Tabac. Nadson avait décrit dans les plastes des cellules bolisme cellulaire est l'exagération de la production des cristaux d'oxalate, Nous n'avons pu observer d'oxalate dans les plastes, mais nous avons utilisé l'irradiation à faire disparaître l'amidon des cellules des « Tabacs blancs » où l'amidon photosynthétique reste accumulé dans les plastes où il se forme.

L'interposition d'écrans de cellophane, laissant passer environ 70 % des radiations dites héliothérapiques (de longueurs d'onde comprises entre 2.900 Å et 3.100 Å) mais arrêtant les radiations « abiotiques » de plus courte longueur d'onde (1), nous a permis d'étudier l'action excitante des radiations « héliothérapiques » sans nécroses cellulaires ; soit sur le Tabac, soit sur divers champignons et en particulier sur les Rhizoctonia, où nous avons pu vérifier les résultats obtenus par Stevens.

Effets biologiques des radiations ultra-violettes

La lumière ultra-violette émise par une lampe à vapeur de mercure, exerce, sur la matière vivante, une action destructrice.

L'effet léthal d'une radiation ultra-violette est fonction de son intensité, et de sa longueur d'onde ; les radiations les plus courtes sont les plus actives.

Le pouvoir bactéricide des radiations de longueurs d'onde comprises entre 170 et 200 mμ est 6 à 7 fois plus grand que celui des radiations de 200 à 280 mμ ; et les radiations de longueur d'onde plus grande que 305 mμ sont 10 fois moins actives que celles de 280 mμ, et celles de plus de 365 mμ ne sont plus actives.

Sous la lampe à vapeur de mercure, qui émet des radiations léthales, dont les longueurs d'onde s'échelonnent entre 170 et 305 mμ, il suffit d'une énergie radiante très faible pour obtenir un effet germicide ; cependant l'énergie radiante léthale doit dépasser une certaine valeur minima : ce seuil d'énergie, au-dessous duquel aucun effet ne se manifeste, est voisin

(1) Les feuilles de cellophane sont très transparentes à l'ultra-violet, qu'elles transmettent jusqu'au voisinage immédiat de $\lambda = 2300$ A, avec une très faible atténuation portant plutôt sur le fond continu du spectre que sur les raies. Elles agissent comme le verre sur les radiations calorifiques.

de 25 microwatts par mm² (énergie obtenue à 15 centimètres d'une lampe en quartz de 110 v., 320 watts).

L'effet bactéricide de la lumière ultra-violette tient surtout à des radiations de plus courtes longueurs d'onde (170 à 280 mμ), ces radiations ne transmettent que très peu d'énergie ; mais l'énergie nécessaire pour tuer une bactérie par ces radiations léthales est très faible et de l'ordre de 19×10^{-12} watts ou $4{,}5 \times 10^{-12}$ calories grammes. D'ailleurs l'énergie mise en jeu par les radiations de longueur d'onde plus courte que 365 mμ est faible comparée à l'énergie mise en jeu par les radiations de longueur d'onde plus grande que 365 mμ et qui ne jouissent pas de propriétés bactéricides.

La photographie du spectre d'émission de la lampe à vapeur de mercure montre une série de lignes d'émission sur un fond continu. L'énergie mise en jeu par chaque raie d'émission, telle qu'elle peut être déterminée par des mesures radiométriques, n'est guère pour les longueurs d'ondes inférieures à 300 mμ, que le dixième de l'énergie mise en jeu par les raies correspondant aux longueurs d'onde de 305, 313 ou 365 mμ.

La répartition de l'énergie apportée par les différentes radiations de l'ultra-violet peut être modifiée par l'interposition d'écrans colorés sélectifs, capables de n'absorber qu'une fraction déterminée de l'énergie apportée par certaines radiations, et d'absorber totalement l'énergie de toutes les autres.

Tandis que sous la lampe à vapeur de mercure en quartz, les plantes supérieures montrent des lésions graves à la suite de quelques secondes d'irradiation, il suffit d'intercepter les radiations les plus courtes, par un écran convenable, pour permettre une irradiation prolongée, sans lésion brutale, et pour permettre par conséquent d'observer les effets chroniques de l'irradiation.

Dès 1896, Bonnier et Mangin avaient pu obtenir une exagération de l'activité photosynthétique en exposant des plantes à des radiations ultra-violettes.

Laurent et Marchal, en 1903, considéraient les radiations ultra-violettes comme favorisant la synthèse des protides par les plantes.

Nadson, en Russie ; nous-mêmes, dans le laboratoire du Dr Petri à Florence, avons obtenu une accélération du rythme du développement par l'irradiation : des zoospores de *P. cambivora* et *P. omnivora* exposées pendant deux minutes sous une lampe à vapeur de mercure, perdent très rapidement leurs cils, s'immobilisent et germent, tandis que les zoospores non irradiées continuent de nager pendant de nombreuses heures.

Les radiations ultra-violettes de grande longueur d'onde, et en particulier celles de 289 à 313 mμ (transmises par les verres « vita-glass ») et celles dont la longueur d'onde est légèrement supérieure à 313 mμ (trans-

mises par les écrans « quartz-lite » ont une action stimulante sur la croissance des plantes, lorsqu'elles sont appliquées à des doses assez faibles pour ne pas provoquer de lésions. (Fuller.)

Des lésions sont rapidement provoquées dans les épidermes de feuilles exposées aux radiations d'une longueur d'onde inférieure à 290 mμ (les radiations de 290 mμ sont les plus courtes de la radiation solaire.)

On considère comme radiations héliothérapiques, celles dont la longueur d'onde est comprise entre 290 mμ et 310 mμ (2.900 Å et 3.100 Å).

Ces radiations sont arrêtées par les verres ordinaires. Les films de cellophane laissent passer environ 70 % de ces radiations, et leur transparence ne paraît pas diminuer après une longue période d'insolation. (Hyden, *Ind. Eng. Chem.*, 405, 1929.)

Le verre ordinaire arrête les radiations plus courtes que 312 mμ, mais, aux Etats-Unis en particulier, on prépare des séries de verre, plus ou moins transparents pour l'ultra-violet. Beaucoup de ces verres cependant se « solarisent », c'est-à-dire perdent leur transparence à la suite d'une irradiation par la lampe à mercure.

La « Corning glass works » a récemment préparé pour le Boyce Thompson Institute une série de verres qui conservent longtemps leur transparence pour l'ultra-violet et grâce auxquels Arthur a pu constater que *la nocivité des radiations s'exagère rapidement à mesure que leur longueur d'onde décroît à partir de 290 mμ.*

La lampe nue, émettant des radiations dont certaines ont une longueur d'onde moindre que 230 mμ provoque, par 30 secondes d'irradiation, des lésions graves sur les feuilles des plantules de Tomates situées à 40 c/m.

Le filtre A, qui arrête toutes les radiations au-dessous de 237 mμ, laisse passer 1 % des radiations de 250 mμ, 5 % des radiations de 260 mμ, et 40 % des radiations de 290 mμ, il faut une irradiation d'une heure pour causer des lésions graves.

A travers le filtre D qui arrête toutes les radiations plus courtes que 270 mμ, et laisse passer 1 % des radiations de 284 mμ, et 7 % des radiations de 290 mμ, il faut une irradiation de 12 heures pour provoquer une lésion grave.

En concentrant le faisceau émis par la lampe au moyen d'une lentille de quartz, Arthur a pu tripler l'énergie reçue par unité de surface foliaire, et obtenir des lésions graves en trois fois moins de temps, en quatre heures : pour une même qualité de longueur d'onde, *la gravité des lésions est donc proportionnelle à l'énergie.*

Pour chaque groupe de radiation, il existe une certaine dose, ou durée minima d'irradiation, qu'il faut dépasser pour provoquer une lésion.

Par exemple, à travers le filtre A, l'irradiation doit durer au moins 15 minutes pour provoquer une lésion.

La plante qui supporte sans lésion apparente une seule irradiation de 10 minutes, supporte également, sans lésion locale, des irradiations de 10 minutes, renouvelées tous les deux ou trois jours pendant 30 ou 45 jours (cependant la répétition de l'irradiation provoque chez l'ensemble de la plante un trouble général).

L'irradiation intermittente ne paraît pas avoir d'effet latent : l'action léthale ou excitante ne se poursuivant pas entre les périodes d'irradiation.

La dose minima d'irradiation nécessaire pour provoquer un début de lésion augmente rapidement quand augmente la longueur d'onde des radiations mises en jeu.

Prenant pour unité la durée d'irradiation capable de produire une nécrose avec la lampe nue, Arthur trouve qu'il faut, pour obtenir, le même effet, mettre en jeu 30 unités à travers un filtre transmettant 1 % des radiations de 249,7 mμ, 120 unités à travers le filtre transmettant 1 % de 259,7 mμ, 360 unités pour 1 % de 273,7 mμ, 1.440 unités pour 1 % de 281,1 mμ ; un filtre ne transmettant que 1 % des radiations de 293,5 mμ protège efficacement toute plante qui a été élevée normalement à la lumière solaire. (Cependant, sous ce filtre, des plantes préalablement sensibilisées par un séjour à l'obscurité peuvent montrer le début de lésion caractérisé par l'aspect luisant de l'épiderme.)

D'après Coblentz et Kahler, une lampe à vapeur de mercure de Cooper Hewitt, 220 v., consommant 730 w., émet sensiblement la même quantité totale de radiations ultra-violettes que la lumière solaire, soit environ 0,02 calories grammes par minute, et par cm^2 ; mais la répartition de l'énergie dans les diverses zones de radiation est très différente. La lumière, au niveau de la mer, n'apporte guère de radiations plus courtes que 300 mμ, tandis que 5 % de la radiation de la lampe à mercure (représentant 20 % de la radiation de l'ultra-violet) sont transmis par des radiations plus courtes que 300 mμ.

Les plantes peuvent supporter une irradiation modérée, des radiations plus courtes que 290 mμ.

D'autre part, d'après Coblentz et Fulton, les radiations plus courtes que 365 mμ sont bactéricides.

En irradiant pendant 15 secondes-30 secondes des feuilles de Tabac aussitôt après les avoir badigeonnées de virus de mosaïque, Arthur a pu inactiver le virus et mettre les feuilles à l'abri de toute contamination. Mais le virus qui a pénétré dans la plante est inaccessible à l'effet de la radiation.

D'après Shertz, l'ensemble de la radiation solaire, comprenant la partie visible et l'ultra-violet, est plus efficace pour la production de matière sèche

par la plante que ne le serait l'une des zones du spectre agissant isolément.

Cependant, la suppression de l'ultra-violet et d'une partie du violet (par des verres colorés transmettant seulement les radiations comprises entre 389-720 mμ) ne diminue pas sensiblement l'efficacité photosynthétique.

Les plantes prospèrent d'ailleurs bien en lumière bleue (sous des verres transmettant les radiations comprises entre 374 et 585 mμ) les tiges ont des entre-nœuds courts, mais sont vigoureuses.

Mais les plantes privées de lumière bleue (sous des verres transmettant de 529 à 570 mμ) ne peuvent se développer normalement : les tiges s'allongent en restant grêles, les feuilles sont enroulées et gaufrées.

CHAPITRE VI

LES MALADIES A VIRUS DES TABACS

Les maladies à virus ont fait l'objet, au cours de ces récentes années, d'un nombre considérable de travaux, et les aspects singuliers que présente souvent le contenu des cellules affectées ont fait l'objet des commentaires les plus romanesques ; quant à la nature même du virus, elle continue de faire l'objet d'âpres discussions.

Les maladies à virus se caractérisent surtout par des modifications de la structure cellulaire, il nous est apparu comme indispensable d'appliquer comparativement aux cellules affectées et aux cellules saines les méthodes d'observation vitale, de technique mitochondriale et de technique microchimique, qui seules pouvaient nous permettre de suivre les déviations pathologiques de l'évolution du cytoplasme et de ses inclusions.

Enfin, il nous est apparu que les modifications causées par les virus dans les cellules végétales devaient être comparées aux modifications causées par les virus dans les cellules animales, et que les techniques très heureusement appliquées par Borrel à l'étude de ces dernières pouvaient être fructueusement employées pour les végétaux.

Enfin, les troubles apportés par les virus à l'évolution des cellules, tant végétales qu'animales, ne nous sont apparus que comme un cas particulier de la pathologie cellulaire, que nous nous sommes toujours efforcés d'envisager dans sa généralité.

Un virus est un agent infectieux, qui, introduit à l'intérieur d'une cellule vivante d'une plante, peut migrer de cette cellule, à travers des cellules vivantes, pour aller infecter jusqu'aux cellules méristématiques.

Les effets du virus se manifestent donc surtout sur les organes qui n'étaient pas encore formés au moment de l'inoculation, c'est-à-dire sur

ceux que forme, après l'inoculation, l'évolution des foyers méristématiques infectés.

§ 1. *Effets du virus sur le chondriome.* — Nous avons montré que, dans les cellules méristématiques, le virus a pour premier effet de provoquer l'évolution de nombreuses mitochondries en amyloplastes, ce qui trahit une diminution d'activité méristématique, puisque l'activité élaboratrice du

FIG. 10. — Deux poils d'une feuille de Tabac : A droite, poil de la région verte de la feuille : le cytoplasme, formant une enveloppe homogène autour de la grande vacuole centrale, montre des mitochondries (*m*) et des plastes (*p*) régulièrement répartis.

A gauche, poil de la région « vert clair » de feuille affectée de mosaïque : le cytoplasme forme un réseau de trabécules séparant un système de petites vacuoles ; certaines régions du cytoplasme (*cy*), plus réfringentes sur le vivant, plus fortement colorables après fixation, apparaissent comme des « inclusions », comme des « corps vacuolisés ».

chondriome est incompatible avec une activité de prolifération cellulaire : en même temps l'activité respiratoire est diminuée. Sous l'effet du virus la plante tend donc à perdre sa polarisation normale.

La prolifération cellulaire n'est d'ailleurs que partiellement inhibée, mais les tissus possédant des méristèmes infectés n'acquièrent ni la différenciation histologique, ni la différenciation cytologique normales. Les tissus chlorophylliens sont surtout affectés, et l'assise palissadique se dif-

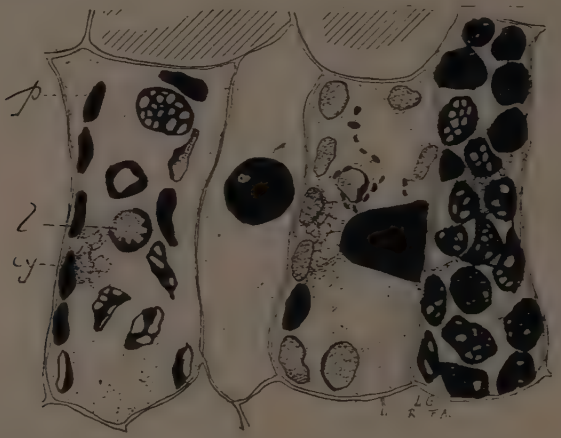


FIG. 11 et FIG. 12. — Cellules de parenchyme palissadique de feuille de Tabac affectée de mosaïque (plage vert clair). Des plastes ont pris l'aspect de « corps vésiculisés » ; d'autres montrent à leur centre (*l*) la réaction des lipides, une couche corticale (*p*) conserve seule la structure lipoprotéidique. Entre les plastes affectés de protéolyse, le cytoplasme (*cy*) forme un réseau de trabécules ténus séparant un système de petites vacuoles.

férencie peu. Les cellules chlorophylliennes sont plus ou moins déficientes en plastes, pour deux raisons :

1° Des mitochondries ont évolué prématurément en amyloplastes, formant de l'amidon aux dépens des glucides préformés dans la plante au lieu d'évoluer en chloroplastes, capables de fabriquer de l'amidon photosynthétique ;

2° Des mitochondries, au cours de leur évolution en chloroplastes, se vésiculisent, ou ne forment que des ébauches de plastes.

Les cellules pauvres en plastes fonctionnels, formant peu de glucides, deviennent rapidement hypotoniques, par rapport aux cellules voisines qui ont formé des plastes.

L'effet du virus se fait en effet très inégalement sentir sur les diverses cellules d'un même tissu ; des cellules gravement affectées sont groupées dans des plages décolorées, disposées au milieu de cellules moins affectées, qui ont pu former des tissus verts. C'est à cette « mosaïque » de plages jau-

nâtres ou vert clair sur fond vert que beaucoup de maladies à virus doivent leur nom.

D'ailleurs, certains groupes de cellules peuvent être nécrosées plus ou moins rapidement, en faisant apparaître sur le fond vert des feuilles des

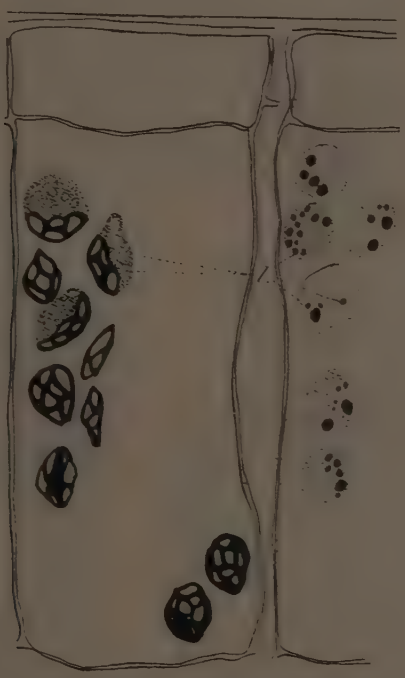


Fig. 13. — Plastes de cellules palissadiques de feuilles de Tabac affectées de mosaïque : à gauche, la coloration post-vitale par le bleu d'indophénol met en évidence la dégénérescence graisseuse par la multiplication et l'accroissement de taille des globules de lipides.

A droite, la coloration après fixation montre qu'une dégénérescence polaire confère à une partie du plaste (*l*' la réaction des lipides : la partie représentée en noir, qui conserve sa structure lipoprotéidique, contient seule des grains d'amidon.

dessins parfois compliqués, d'aspect assez étrange pour être désignés d'un nom spécial : telle est la « maladie des taches en anneau », que nous avons étudiée sur le Tabac.

D'autres groupes de cellules au contraire peuvent, sous l'effet du virus, manifester une hyperactivité durable, acquérir une taille excessive et un grand nombre de chloroplastes. C'est ce que nous avons étudié dans les plages « vert foncé » de certaines mosaïques du Tabac.

D'une façon générale, nous avons montré que les maladies à virus tendent à substituer à la polarisation générale de l'individu comme à la

polarisation de chacun de ses tissus, un état anarchique ; en troublant en particulier l'amylogénèse et l'amylolyse, les virus peuvent provoquer le dépôt d'amidon dans les tissus méristématiques, inhiber sa formation dans les cellules vertes, tout en y provoquant d'ailleurs parfois une stase du peu d'amidon formé, en inhibant son transport.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 14. — Feuille de Tabac dont le sommet est affecté de mosaïque clair.
Fig. 15. — Feuille de Tabac affectée de taches en anneau.

§ 2. *Effets du virus sur le métabolisme cellulaire.* — Les maladies à virus du groupe des mosaïques affectent spécifiquement les « mitochondries photosynthétiquement actives ».

Dans les cellules méristématiques des bourgeons de plantes affectées par la mosaïque, un grand nombre de mitochondries évoluent prématurément en amyloplastes, en sécrétant des grains d'amidon aux dépens des glucides solubles empruntés aux autres parties de la plante.

Les mesures de métabolisme effectuées en collaboration avec L. Genevois

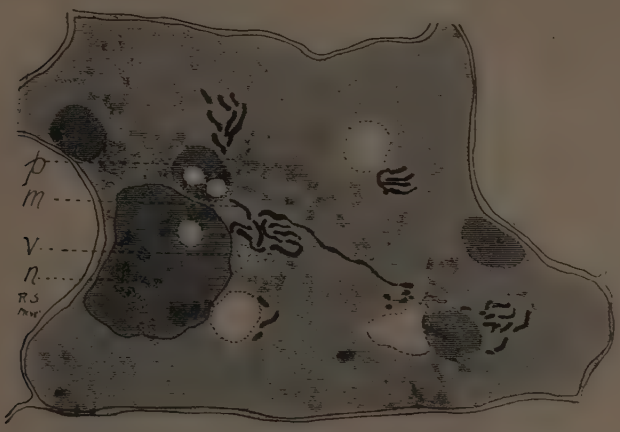


FIG. 16. — Cellules épidermique de feuille de Tabac, au niveau d'une tache en anneau (arrachement d'épiderme fixé par le liquide de Meves, lavé et coloré in toto par la fuchsine acide et le vert lumière).

Près du noyau (*n*, gris foncé) on voit un peloton de mitochondries (*m*), au voisinage d'un système de petites vacuoles (*v*).

Les plastes (*p*), sont vésiculés.

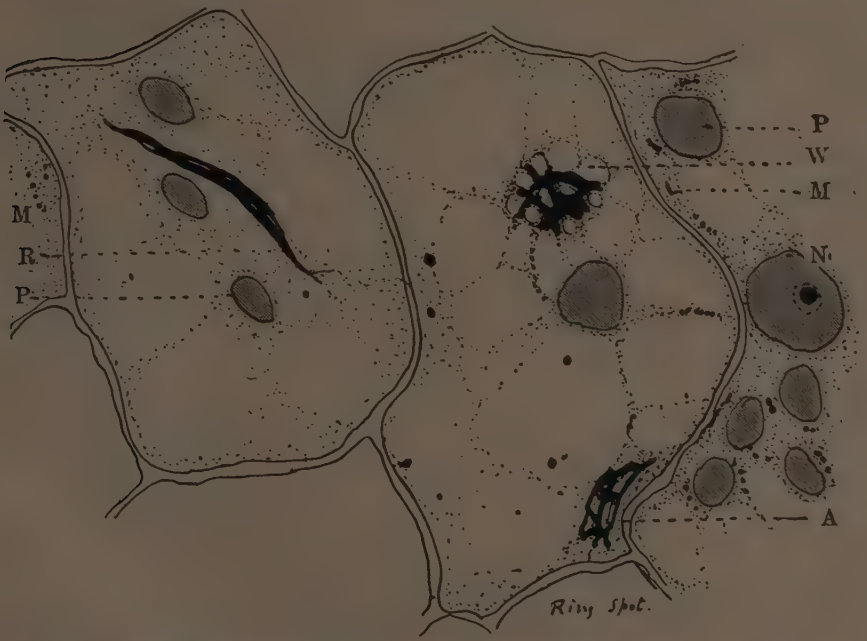


FIG. 17. — Cellules épidermiques d'une tache en anneau (Meves, fuchsine). *N* noyau ; *M*, mitochondries (la plupart sont en voie de division) ; *P*, plaste ; *A*, amyloplaste ; *W*, système de petites vacuoles séparées par des trabécules cytoplasmiques fortement colorables (riches en protides), *R*, cristal protéique.

montrent que les bourgeons de Tabac affectés de mosaïque ont une respiration moins active que les bourgeons de Tabac sain.

Au cours de la différenciation cellulaire, les mitochondries qui devraient manifester une activité photosynthétique en se chargeant de chlorophylle, c'est-à-dire en évoluant en chloroplastes, parviennent difficilement à former des chloroplastes fonctionnels ; beaucoup de plastes restent réduits de taille ou dégénèrent rapidement. Lors même que les plastes acquièrent une taille

Fig. 18. — Résultat d'inoculation du suc de tache jaune de feuille affectée de mosaïque ; nécrose locale jaune et mosaïque jaune sur les bourgeons formés ultérieurement.
V. — Résultat d'inoculation de suc de partie vert claire de la même feuille ; pas de nécrose locale, et mosaïque vert clair-vert foncé sur les bourgeons formés ultérieurement.

normale et forment de l'amidon photosynthétique, les grains d'amidon y sont bientôt hydrolysés plus rapidement qu'ils ne sont formés, et leur dissolution partielle laisse les plastes creusés de loges vides.

D'ailleurs les mesures du métabolisme cellulaire montrent que les feuilles adultes des Tabacs affectés de mosaïque ont une respiration plus active que les feuilles saines, ce qui, selon l'expression de Genevois, trahit, chez les cellules affectées par la mosaïque, « une fièvre végétale », concomitante de la protéolyse cellulaire.

§ 3. *Les complexes de virus.* — Mc Kinney a montré, par ses études aux Etats-Unis, en Afrique et dans la région méditerranéenne, que les mosaïques du Tabac sont causées par un complexe de virus et il a, en particulier, pu isoler, par purifications successives, un virus de « mosaïque jaune » et un virus de « mosaïque verte ».

Dans la nature, les aspects de mosaïque observés sur les feuilles de Tabac représentent généralement le résultat de l'interférence des effets de

ces virus agissant comme « complexes ». Cependant, l'effet de l'un des virus peut prédominer localement ; l'effet dominant du virus de « mosaïque jaune » se manifeste, sur beaucoup de feuilles de Tabac affectées de mosaïque complexe, par une ou quelques petites taches jaunes. C'est ce que nous avons vérifié aux Etats-Unis, puis dans le Sud-Ouest de la France.

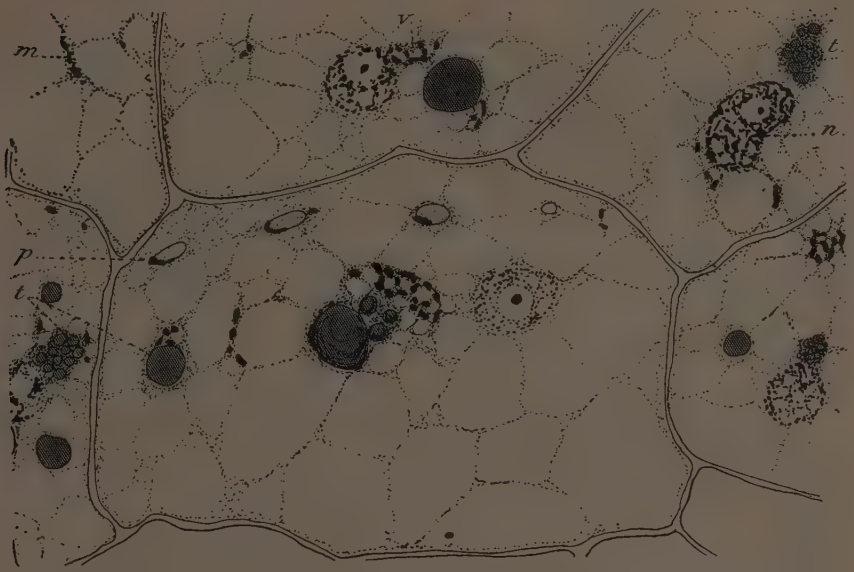


Fig. 19. — L'inoculation, à une feuille de Tabac Paraguay adulte du produit de broyage de tissu de feuille affectée de « mosaïque jaune » détermine, au bout d'un mois, une réaction locale sous forme de plage de mosaïque blanche, autour du point d'inoculation, puis vers la base de la feuille. Un lambeau d'épiderme arraché à ce niveau, fixé au liquide chromo-osmié de Meves, puis coloré à la fuchsine acide montre, au voisinage du noyau *n*, un territoire cytoplasmique qui se colore fortement sous forme d'un réseau de trabécules richement pourvus de mitochondries (figurées en noir), autour d'un système de petites vacuoles *v*, dont beaucoup renferment chacune un précipité phénolique sphérique (*t*) (figuré en grisé). Un gros précipité phénolique sphérique (*t*) se voit souvent au voisinage. Des plastes se voient en *p*.

(Des photomicrographies de cette même lésion sont publiées pl. I (I, II, III).

C'est au niveau de ces plages jaunes que nous avons observé les phénomènes protéolytiques les plus graves.

Par contre, dans une même feuille de Tabac entièrement affectée par la mosaïque, nous n'observons pas de différence appréciable d'intensité respiratoire entre les plages vert foncé et les plages vert clair.

§ 4. *Nature des virus.* — Borrel démontre par surcoloration le « virus » de diverses maladies des animaux, comme le virus de Bacteriophage, sous

forme d'une multitude de grains très ténus, bien définis, très homogènes, dont l'observation sous le microscope « oriente les recherches et plaide non

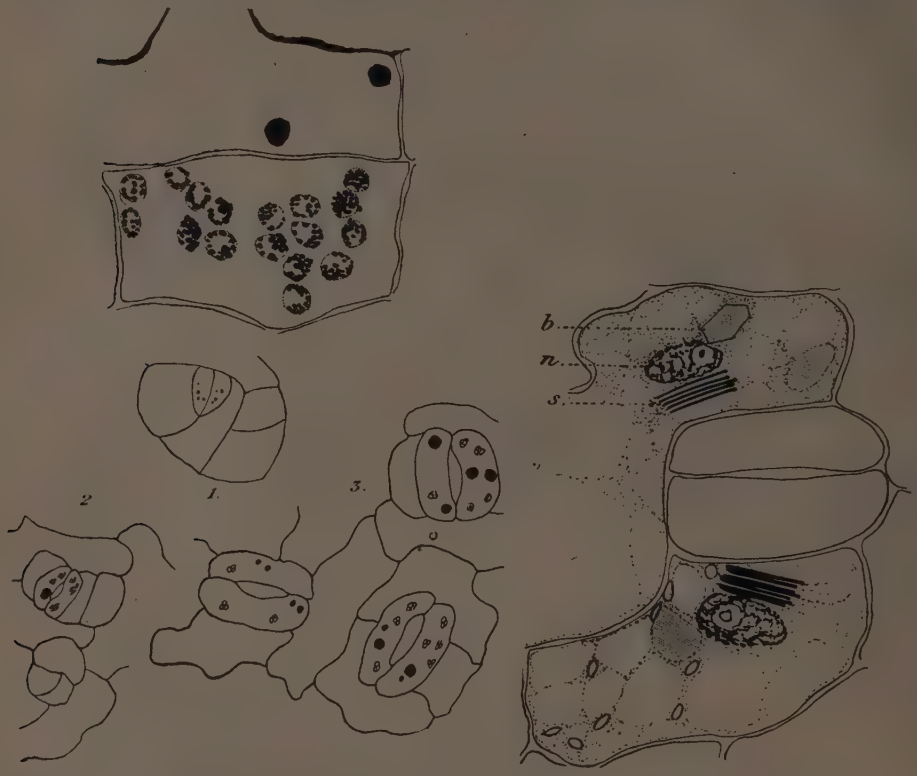


Fig. 20. — Dégénérescence graisseuse des plastes de cellule de parenchyme chlorophyllien de feuille de Tabac, au niveau de l'inoculation de virus de « mosaïque jaune ». La coloration par le bleu d'indophénol met en évidence, dans les plastes, un grand nombre de gouttes graisseuses (figurées en noir).

Fig. 20 *bis*. — Evolution des cellules stomatiques de l'épiderme des feuilles des bourgeons développés sur un Tabac dont une feuille de base a été inoculée avec le virus de « mosaïque jaune ».

Le bleu d'indophénol colore spécifiquement dans les cellules stomatiques et dès le début de leur différenciation, des inclusions oléo-résineuses (figurées en noir).

Fig. 21. — Cellules d'épiderme arrachées au niveau de lésion vert pâle, apparue sur les feuilles des bourgeons développés sur le 10e nœud du Tabac, dont la 7e feuille avait été inoculée par la « mosaïque jaune ». Au voisinage du noyau (*n*) on voit les « corps striés » (*s*) formés d'un faisceau de cristaux protéiques intracytoplasmiques (colorables par le réactif de Milon-Deniges et un « cristal en tablette » (*C*).

pas en faveur d'un Protozoaire, mais en faveur de virus analogues aux virus déjà décrits et connus ». Ledingham a récemment annoncé que les corps sphériques de 1/5e de micron de diamètre, qui caractérisent les cellules affectées par le virus de la petite vérole représentent réellement les germes

responsables de la maladie : « une étude minutieuse ne pourra manquer de révéler la présence de ces corps élémentaires, ou particules infectieuses, dans les diverses maladies à virus des animaux et des plantes ». La surcoloration de Borrel nous a permis de mettre en évidence, dans les tissus de feuilles de Tabac affectées de mosaïque, des grains homologues de ceux que Borrel

Fig. 22.

A. — (A gauche) : lésions de Bart-Tabacum compliquées d'*Alternaria*, (en bas) : coupe transversale au niveau d'une lésion montrant le mycélium intracellulaire à d'*Alternaria*.
B. — Granulations colorables par la méthode de Borrel, dans le produit d'écrasement des inclusions de cellule de Tabac affectée de mosaïque.

a décrits dans les tissus animaux affectés de maladies à virus : des lambeaux d'épiderme, arrachés de plages décolorées des feuilles de Tabac, sont immergés dans le liquide de Meves et immédiatement écrasés entre deux plaques de verre. Après une fixation de huit jours, lavage et mordançage de six heures par le tannate de fer, la fuchsine phénique de Ziehl colore en rose le fond finement vacuolisé que forme le cytoplasme écrasé et collé

au verre, et en rouge quelques foyers où pullulent les corpuscules visibles sur la photo-micrographie.

Nous n'avons pas observé ces corpuscules dans les produits d'écrasement des cellules des feuilles vertes.

CHAPITRE VII

LES TACHES CAUSÉES PAR LE *BACTERIUM TABACUM*

Les réactions des feuilles de Tabac à l'infection par le *Bacterium Tabacum* se manifestent :

1° Par une dégénérescence des chloroplastes ;

2° Par une protéolyse des plastes et du cytoplasme ;

3° Par une modification de la réaction du suc vacuolaire où s'accumulent des cristaux d'oxalate de calcium et des composés phénoliques.

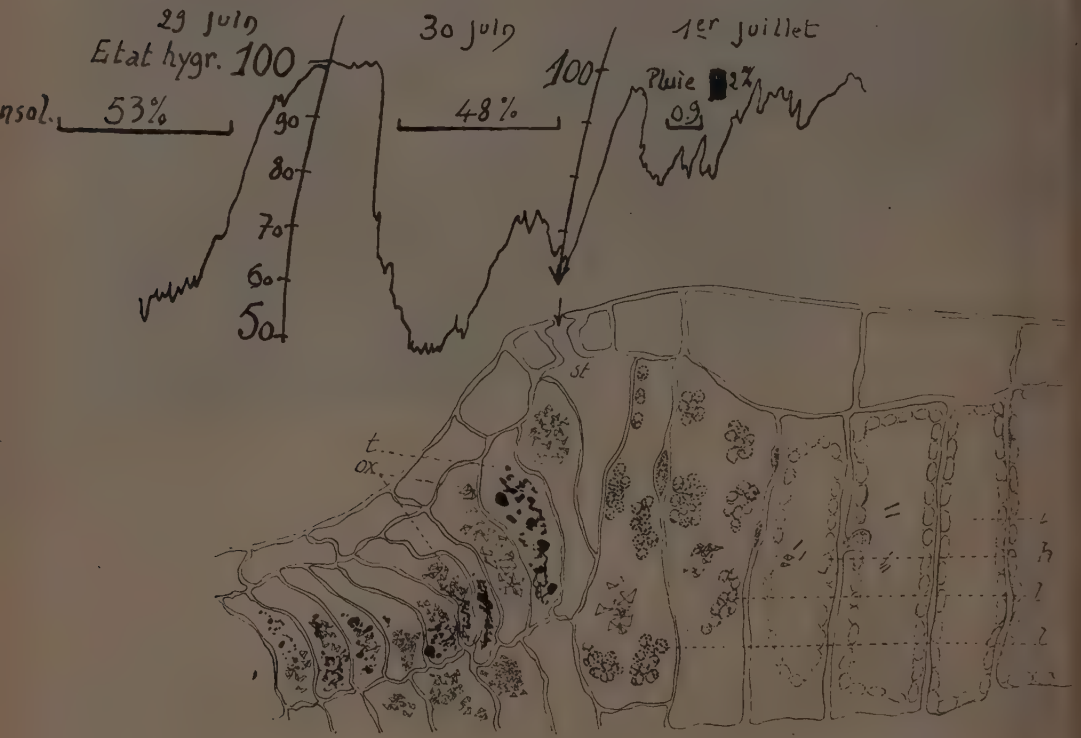


Fig. 23. — Graphique d'hygromètre enregistreur et modifications métaboliques des cellules palissadiques pour les journées correspondantes à la marge de lésion de *B. tabacum*.

L'importance relative de ces diverses réactions dépend de la nutrition des cellules affectées et des conditions atmosphériques.

La figure donne une reconstitution semi-schématique de l'évolution d'une lésion de *Bacterium Tabacum* telle que permet de l'observer une série

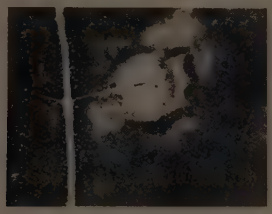


Fig. 24. — Photomicrographie d'une tache de *B. tabacum* entourée d'un anneau nécrotique (8 août).

de coupes transversales du parenchyme palissadique effectuées successivement, à la marge de cette lésion, à la fin d'une période ensoleillée et au début de la période pluvieuse qui suit.

Les 29 et 30 juin, par exemple, l'état hygrométrique (courbe de l'hygro-

Fig. 25. — Coupe transversale de parenchyme palissadique au niveau de l'anneau nécrotique entourant la lésion de *B. tabacum*, le 8 août.

(*t*) précipités phénoliques intravacuolaires (figurés en noir), et (*c*) inclusions colorées par la chlorophylle dans les cellules nécrotiques du centre ; (*ox*) oxalate de calcium, en tetraèdres, emplissant les vacuoles des cellules plasmolysées (*pl*) à la marge de la lésion ; (*l*) inclusions lipoïdiques, dans les chloroplastes des cellules périphériques, à la marge « huileuse » de la tache ; (*v*) vacuole de cellule encore saine.

mètre enregistreur) est resté voisin de 50 pendant la journée ; le soleil a brillé le 29 et le 30 pendant 50 % environ de la durée d'insolation possible, provoquant, dans l'actinomètre à boule bleue de Bellani, une distillation de 37 et de 26 cm³ d'alcool.

A la suite de ces journées ensoleillées, à la marge de la lésion, les cellules

palissadiques, dont le contenu vacuolaire est riche en composés phénoliques (t) et en cristaux tétraédriques d'oxalate de chaux (ox) meurent et se contractent en provoquant à leur niveau un affaissement de l'épiderme.

A ces journées succède dès le 1er juillet une période pluvieuse et brumeuse. Pendant la journée du 1er juillet, l'état hygrométrique se maintient entre 100 % et 80 %, et il tombe près de 2 m/m d'eau sous forme de pluie. Le soleil ne brille que pendant 9 % de la durée possible d'insolation, ne

FIG. 26. — Lambeau d'épiderme arraché à une feuille de Tabac à la marge d'une lésion de *Bact. tabacum* et montrant les deux types extrêmes de cristaux d'oxalate : sableux tels qu'il s'en trouve dans les vacuoles des cellules normales, et gros tétraèdre caractéristique des cellules affectées par le *B. tabacum*.

faisant distiller à l'actinomètre que 20 cm³ d'alcool. Les cellules affectées par les bactéries à la marge de la lésion restent turgescentes quoiqu'un appauvrissement en glucides les rende hypotoniques (h) par rapport aux cellules saines (i).

En effet une solution de sucre à 10 %, où les cellules normales restent turgescentes, suffit pour les plasmolyser.

Dans ces cellules hypotoniques les plastes s'agglutinent et subissent une dégénérescence graisseuse, les gouttelettes de lipides l devenant nombreuses et volumineuses ; le contenu vacuolaire ne montre pas de précipités tanniques ; l'oxalate de calcium y est surtout représenté par des cristaux sableux.

Nécrose d'insolation

Une période chaude et ensoleillée, survenant brusquement après une période brumeuse et humide provoque la nécrose des cellules marginales de la lésion bactérienne. Le 8 août, par exemple, nous voyons (au moins sur les Tabacs croissant en sol non trop enrichi en nitrates) les lésions bactériennes s'entourer d'un anneau brun, très nettement apparent et bien délimité.

Une coupe transversale montre qu'au niveau de cet anneau bruni, les cellules du parenchyme palissadique, contractées, ne laissent plus reconnaître les plastes ; la chlorophylle s'est accumulée dans de grosses inclusions sphériques qui peuvent représenter le résultat de l'agglomération des produits de dégénérescence graisseuse des plastes ; le contenu vacuolaire est coagulé sous forme d'une énorme inclusion tannique, enrobant des tétraèdres d'oxalate.

A la limite de l'anneau nécrotique, les cellules montrent, dans leur cytoplasme plasmolysé (pl) autour d'une vacuole riche en tétraèdres d'oxalate, des plastes agglutinés contenant de nombreuses inclusions de lipoïdes l.

Les nécroses par périodes d'insolation affectent essentiellement les cellules du parenchyme palissadique à la marge des lésions : elles semblent résulter d'une sensibilisation des cellules affectées vis-à-vis de la radiation solaire, et d'une perte excessive d'eau, déshydratant le cytoplasme de façon irrémédiable.

D'ailleurs, sur les sols riches en engrais, les Tabacs ayant formé rapidement leurs feuilles durant la période très humide de juillet et du début d'août, ont montré à la suite de l'insolation brutale des 5-6-7 août de graves brûlures des jeunes feuilles.

Il est intéressant de comparer les brûlures des jeunes tissus sains exposés au soleil avec les nécroses de tissus infiltrés de bactéries par forte insolation.

Taches de *Bacterium Tabacum* sur les feuilles de Tabacs affectées de mosaïque

Dans les champs infectés par le *Bacterium Tabacum*, les feuilles de Tabacs affectées de mosaïque sont tachées comme les feuilles de Tabacs sains ; l'évolution des taches paraît y provoquer les mêmes phénomènes que sur les feuilles saines ; il faut signaler cependant que les cristaux protéïques groupés sous forme de « corps striés » et caractéristiques des cellules affectées par la mosaïque, tendent à disparaître dans les cellules qui, à la marge des

lésions bactériennes, sont affectées par la protéolyse et la dégénérescence graisseuse d'origine bactérienne, tandis que se développent des « cristaux tabulaires » (« plate bodies »).

Un Alternaria comme germe de sortie des lésions bactériennes

La saison exceptionnellement pluvieuse de 1932 a favorisé l'évolution de divers champignons dont le pouvoir pathogénique est considéré comme généralement assez faible, et par exemple, un *Alternaria* microorganisme dont la banalité sur les Tabacs est bien connue, mais qui n'infecte généralement que des feuilles mûres en fin de saison.

Tisdale (1928) signalait des attaques d'*Alternaria tenuis* sur toutes les variétés qu'il cultivait à la Station expérimentale de Quincy, en Floride ; le même champignon fut étudié comme parasite des Tabacs par Hopkins, Benham et Kesten, en 1930 ; Ghimpu, dans son important mémoire sur « l'Alternarioze des Tabacs », en Roumanie, a précisé les rapports entre la

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 27. — Coupe transversale à la marge d'une lésion de *B. tabacum* secondairement infectée par l'*Alternaria* dont les filaments (*my*) circulent entre des cellules vivantes à vacuoles colorables (*v*).

Fig. 28. — En bas : Coupe transversale à la marge d'une lésion résultant d'une inoculation mixte *B. tabacum* + *Alternaria* ; en haut : détail du mycelium engainé d'une masse vacuolisée de protides colorables par le réactif de Millon-Deniges.

forme conidienne *Alternaria tenuis* et la forme ascosporée *Pleospora alternariae* et il a fait connaître, dans l'hôte, parmi les filaments végétatifs ordinaires, des organes de résistance formés de cellules cubiques ou sphériques à membranes épaisses.

Nous avons isolé l'*Alternaria* de feuilles de Tabacs qui, ayant, à la suite d'inoculations expérimentales de *Bacterium Tabacum*, commencé de développer les taches bactériennes caractéristiques, ont été rapidement envahies par des taches d'aspect argenté qui s'étendaient surtout le long des nervures.

Les coupes transversales de feuilles montrent que les lésions affectent surtout le parenchyme palissadique ; la nécrose et la contraction des cellules palissadiques permettent sous l'épiderme la formation d'une pellicule d'air qui explique l'aspect argenté des lésions. (Fig. .)

Les isolements effectués à partir de ces lésions permettent d'obtenir des cultures mixtes de *Bacterium Tabacum* et d'*Alternaria*. L'inoculation de ces cultures mixtes à des feuilles de Tabac détermine la formation de lésions dont les cellules marginales se montrent entourées de filaments mycéliens. (Fig. 28.)

Variations de la sensibilité des Tabacs au *Bacterium Tabacum* au cours du développement

Depuis le repiquage des plants jusqu'à la maturation des graines, Kostytany (1882) distingue cinq périodes pendant lesquelles la composition chimique en grammes est caractérisée par les chiffres du tableau I. La croissance est rapide pendant la troisième et surtout la quatrième période : c'est avant la floraison, lorsque les synthèses cellulaires peuvent élaborer jusqu'à 8 grammes de matière sèche par plante et par jour, que le Tabac doit trouver à la disposition de ses racines des substances assimilables en quantités suffisantes.

Les nitrates sont avidement absorbés ; les Tabacs croissant sur des sols riches en azote forment plus de protides que les Tabacs croissant sur des sols pauvres.

Après la floraison, le Tabac ne gagne plus guère de poids sec : les nitrates absorbés sont en grande partie transformés en amides, mais le Tabac tend à accumuler plus de nitrates qu'il ne lui en faut pour assurer la protéogénèse jusqu'à la maturation des graines.

Les composés organiques de la potasse et de l'acide phosphorique émigrent des organes végétatifs vers les graines.

TABLEAU

Périodes	Mat. sèche	Gain M. S. p. j.	M. O.	Cendres	K^2O	Nicotine	Salpêtre
1re 31 mai : repiquage.	0,5		0,01	0,05	0.03	traces	
21 juin —	4	0,2	0,10	0,5	0,16	traces	0,01
2e 13 juillet —	32	0,3	1	4	1	0,15	
3e 25 juillet —	61	2,5	2	7	1.5	0,50	0,1
4e 16 août : floraison.	235	8	5,5	22	6,2	2	0.7
5e 17 sept. : maturation	205		5	18	5,9	0.4	0.2

Cycle de végétation des Tabacs non écimés ni ébourgeonnés

Les bourgeons très jeunes empruntent à la plante beaucoup de protides : leur développement exige des glucides. L'ébourgeonnage pratiqué au fur et à mesure au début de l'évolution des bourgeons appauvrit plus le Tabac en protides que l'ébourgeonnage supprimant des bourgeons déjà feuillés.

L'amidon, qui tend à disparaître au cours de la maturation des feuilles de Tabac non écimés, s'accumule au contraire dans les feuilles de Tabac écimés. Les Tabacs écimés bas sont plus sensibles au *B. Tabacum* que les Tabacs écimés avec un plus grand nombre de feuilles.

RÉSUMÉ

L'infection du *B. tabacum* fait apparaître sur les feuilles de Tabac normalement alimentés une tache jaune circulaire ; au deuxième ou troisième jour apparaît, au centre de cette tache, un point brun nécrotique.

Sur les feuilles jeunes, cette nécrose s'étend peu ou point. Sur les feuilles âgées, cette nécrose s'étend très rapidement, formant de larges plaques, « feuille morte », bordées de jaune.

Le pourcentage d'inoculation positive est plus grand sur les feuilles âgées que sur les feuilles jeunes. (Volk.)

Le pourcentage d'inoculation positive est plus grand sur les feuilles de Tabac riches en N et pauvres en K que sur celles des Tabacs pauvres en N et riches en K et P. (Volk.)

Cependant, dans les champs où les feuilles sont blessées par la grêle, l'infection peut devenir importante quelle que soit la nutrition.

L'incubation de la maladie est plus lente chez les plantes riches en N, pauvres en K et P (Boning, Volk.)

La sensibilité des feuilles est maxima pour une teneur moyenne en N ; elle est diminuée par la carence ou l'excès d'azote. (Boning, Volk.)

Une fumure riche en potasse et en acide phosphorique, modérée en azote, réduit la période de grande sensibilité des feuilles.

Les pulvérisations de bouillie bordelaise appliquées au moins quatre fois sur les semis et chaque fois avant toute apparition grave de taches, et renouvelées au moins une fois après le repiquage, avant toute contamination grave, se sont montrées efficaces en Allemagne et dans le Sud-Ouest de la France.

CHAPITRE VIII

EFFETS DE DIVERS GERMICIDES SUR LA GERMINATION DES GRAINES DE TABAC

Pour désinfecter les graines de Tabac avant semis, diverses substances ont été conseillées, parmi lesquelles les solutions de bichlorure de mercure, de nitrate d'argent ou de formol.

Nous avons étudié l'effet de différentes concentrations de ces substances sur la germinatinn des graines de Tabac.

Les essais effectués avec la collaboration de M. Van Riper montrent que

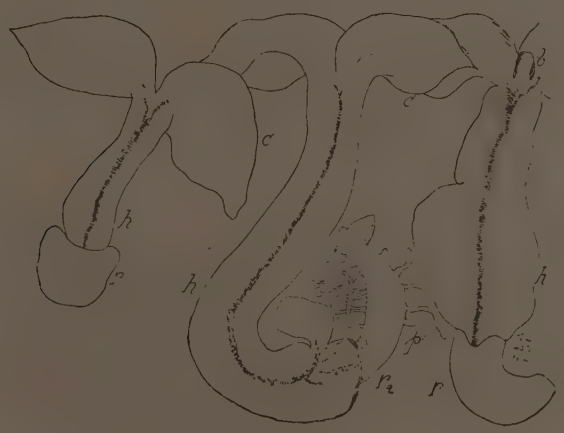


Fig. 29. — Plantules de Paraguay provenant de la germination de graines traitées par le formol à 40 % ; les cotylédons (*c*) et l'axe hypocotylé (*h*) sont normalement développés, mais la radicule est complètement avortée ou remplacée par des cellules latérales (P_2) qui avortent après avoir formé quelques poils (*p*).

le traitement des graines par la solution à 1 °/°° de bichlorure de mercure n'est pas à recommander en pratique.

L'immersion, pendant 15 minutes, dans une solution de 4 cc. de formol dans 50 cc. d'eau, suivie d'un lavage à l'eau, ne provoque, par rapport à la simple immersion dans l'eau, aucune modification à la germination des graines ou à la croissance des plantules.

La solution de formol commercial à 40 % agissant pendant 15 minutes sur des graines qu'on lave ensuite à l'eau empêche généralement toute germination. Cependant, quelques graines germent, mais leur radicule n'est représentée que par un massif de cellules embryonnaires, coiffant, comme un capuchon, la base du faisceau vasculaire de l'axe hypocotylé. Dans les très rares cas où elle commence à se développer, la radicule voit bientôt sa croissance terminale arrêtée au bénéfice d'une radicelle latérale. L'axe hypocotylé et les cotylédons se développent normalement aux dépens des réserves de la graine, même en l'absence de tout développement de la radicule. Les cellules méristématiques qui, dans l'embryon, sont destinées à former la radicule, sont beaucoup plus exposées à l'action des toxiques que les cellules destinées à former l'axe hypocotylé et la tige, protégées que sont ces dernières entre les cotylédons, ce qui explique l'inhibition de développement radical chez des plantules développant normalement leurs cotylédons.

Le nitrate d'argent exerce sur la germination une action stimulante : les graines de Tabac « Paraguay » immergées pendant 15 minutes dans une solution à 1 0/00 germent pour la plupart en deux jours, à 30° et ont formé au quatrième jour des radicules de 4 m/m, alors que les graines trempées dans l'eau pendant 15 minutes ne sont encore que gonflées.

Les premières feuilles développées par les plantules traitées par le nitrate d'argent sont relativement plus grandes et plus vertes que celles des plantules témoins ; cette modification de la polarisation du développement avait été mise en évidence par Bohn et Drewina, chez les plantules de Tabac croissant au contact d'une lame d'argent.

Enfin, nous avons étudié l'action sur le Tabac et sur le *Bacterium Tabacum* de substances phénoliques ou de dérivés bromés, reconnus par Genevois comme capables d'inhiber le développement de divers micro-organismes à des dilutions de quelques milligrammes par litre. L'immersion pendant 10 minutes dans les solutions d'hexylrésorcine de concentration variant de 50 mg. à 500 mg. par litre, exagère la vitesse de croissance des plantules.

L'effet de cette stimulation, manifeste au cours des premiers jours, disparaît dans la suite du développement.

D'ailleurs l'hexylrésorcine qui, à la dilution de 30 mg. par litre, inhibe

le développement des levures est peu efficace vis-à-vis du *B. tabacum*.

Le *Bacterium Tabacum* paraît relativement résistant vis-à-vis de divers germicides ; son développement est à peine ralenti sur les milieux de « rate gélosée », auxquels on ajoute, pour 25 cc. de milieu, 2 cc. d'une solution à 10 mg. par litre de Bromacétate d'octyle (dose capable d'inhiber le développement des levures), ou 1 cc. d'une solution de 1 cc. d'isosulfocyanate d'allyle dans 1 litre d'alcool à 95°.

Désinfection du sol par les poudres anticryptogamiques

De récents travaux ont indiqué la possibilité de désinfecter les terreaux des couches à semis par l'incorporation, aux terreaux, de poudres ayant absorbé des substances anticrytogamiques. Nous avons expérimenté la poudre formolée préparée selon la formule d'Alexander et Young : on fait absorber 15 parties en poids de formol commercial à 40 % par 85 parties d'une poudre représentant un mélange de 1 partie en poids de kaolin et 2 parties de terre d'infusoires.

Cette poudre formolée est incorporée au terreau à raison de 400 gr. par mètre carré, et sur une profondeur de 6 à 10 cm. Les graines sont semées ensuite et on arrose copieusement.

Les plantules de Tabac se sont développées sur la parcelle traitée comme sur la parcelle témoin.

CHAPITRE IX

LES CONSÉQUENCES CYTOLOGIQUES DES TROUBLES DU MÉTABOLISME

Le métabolisme cellulaire est, à chaque moment, la résultante d'une série de couples de réactions antagonistes, telles que l'amylogénèse et l'amylolyse, la protéogénèse et la protéolyse, dont l'importance relative dépend de la constitution génétique de la plante, des conditions de nutrition, de température, d'éclairement et d'humidité ; certaines de ces réactions peuvent être inhibées ou exaltées par l'excès ou la carence de certains éléments minéraux ou par l'intervention de parasites.

Les réactions les plus délicates de la cellule végétale sont celles qui aboutissent à l'édification des matériaux lipoprotéidiques constituant la trame même de la substance vivante : du noyau, du cytoplasme et de ses inclusions (mitochondries et plastes). Les premiers symptômes pathologiques

s'observent dans les cellules sous forme d'une libération de globules de lipides d'une part, de protides d'autre part, comme produits de dissociation des complexes lipoprotéidiques.

Les divers processus de synthèse biochimiques ont, dans la cellule, chacun leur support matériel, représenté cytologiquement par un des constituants morphologiques de la cellule.

Les synthèses cellulaires exigent donc l'intégrité des constituants cellulaires ; elles exigent, en outre, que soient fournis à la cellule, en quantités convenablement équilibrées, les aliments qui serviront de point de départ à l'élaboration de substances complexes ; elles exigent enfin que soient préservées, dans la cellule, certaines constantes cellulaires, caractéristiques de l'équilibre vital.

Avant d'étudier les modifications pathologiques du métabolisme cellulaire du Tabac, nous avons rappelé brièvement les conditions nécessaires au métabolisme normal.

En milieu aseptique, à l'abri des germes qui les infecteraient facilement dans la nature, les cellules carencées des feuilles différenciées jouissent d'une très longue survie.

C'est en milieu aseptique que nous avons pu étudier les phases de l'agonie cellulaire.

Ces phénomènes sont particulièrement importants à étudier chez le Tabac, dont les feuilles après récolte doivent subir, avant de se dessécher et pour devenir industriellement utilisables, une série de transformations dont on ne sait pas encore dans quelle mesure elles sont le fait de l'activité des cellules en agonie ou le fait de miroorganismes. Au cours de leur cycle de végétation, les Tabacs peuvent montrer, dans certains territoires cytologiques, des phénomènes protéolytiques, concomitants de dégénérescence graisseuse.

§ 1. *Protéolyse.* — Par temps pluvieux et brumeux, les cellules parasitées par le *Bacterium Tabacum* survivent assez longtemps à l'infection pour permettre d'observer que les plastes, qui se vident d'amidon, s'appauvrissent en protides, tandis qu'ils s'agglutinent entre les mailles d'un réseau cytoplasmique découpant de nombreuses petites vacuoles où s'accumulent les produits de la protéolyse.

Des phénomènes analogues caractérisent les premiers stades de la protéolyse provoquée par les virus, mais les virus provoquent des phénomènes protéolytiques beaucoup plus complexes et transforment sur place certains territoires cytoplasmiques en cristaux protéiques.

§ 2. *Dégénérescence graisseuse.* — Le cytoplasme normal, homogène,

est formé de lipides et de protides engagés dans un complexe où sont masquées les réactions histochimiques de l'un et de l'autre constituants.

Cependant le cytoplasme contient presque toujours des gouttelettes sphériques, réfringentes, de lipides libres, qu'entraînent passivement les courants cytoplasmiques.

Le nombre et le volume de ces gouttelettes augmentent le long des trabécules cytoplasmiques enchevêtrées autour de petites vacuoles, au niveau des foyers de protéolyse. Divers troubles métaboliques provoquent l'agglutination des petites inclusions lipoïdiques en une sphère réfringente atteignant ou dépassant le volume des plastes.

De telles inclusions, auxquelles correspondent les oléoplastes dont, après Guilliermond, nous avons fait connaître le mode de formation, avaient fait l'objet des interprétations les plus fantaisistes, en particulier chez les plantes affectées par des virus.

Des gouttelettes de lipides existent aussi, normalement, dans les plastes. Leur nombre et leur volume augmentent lorsque disparaît l'amidon ; une polarisation remarquable s'observe dans bien des plastes qui perdent leurs grains d'amidon vers celui de leurs pôles où s'accumulent les graisses, l'autre pôle conservant intacts ses grains d'amidon. Dans les cas extrêmes, qui s'observent chez des cellules affectées par des virus, la trame même de la partie du plaste sans amidon montre les réactions des lipides, l'autre partie conservant, autour des grains d'amidon, sa texture lipoprotéique normale. Les figures étranges que donne la coloration de ces plastes polarisés en ont imposé à beaucoup d'auteurs.

Le domaine des relations qui lient le pH interne et le système tampon à l'évolution des maladies demeure encore inexploré, écrit Small. Les facteurs importants sont évidemment les pH des phases lipoïdique (chondriome) et aqueuse (vacuome) de l'hôte d'une part, du parasite de l'autre.

Déjà nous savons que diverses maladies modifient la concentration du milieu cellulaire en H, et les taches bactériennes causées sur les feuilles de Tabac par le *Bacterium Tabacum* en offrent un exemple.

Lorsque les acides organiques se forment dans le cytoplasme, un équilibre tend à se réaliser en présence des bases préexistant dans la cellule : que ces bases soient (comme peut l'être le calcium) absorbées par des lipides ou qu'elles soient entrées dans des combinaisons chimiques, elles devront en partie satisfaire les affinités des acides en formation.

Cette recombinaison peut provoquer une modification locale des réactions cellulaires et entraîner une mobilisation du calcium cellulaire vers le contenu vacuolaire acide.

L'acide oxalique est, parmi les acides organiques, le produit le plus fréquent d'une anomalie du métabolisme ; or l'acide oxalique libre est un

acide plus fort que tout autre acide organique et sa non neutralisation entraînerait rapidement une acidification fatale à la cellule.

Même dans les cellules riches en sodium et en potassium, les oxalates de sodium et de potassium étant solubles, c'est de l'oxalate de calcium insoluble qui doit se former presque exclusivement.

Small peut donc conclure que la formation d'acides dans la cellule entraîne le développement du système vacuolaire et la cristallisation d'oxalate de calcium, la forme des cristaux dépendant du pH du suc vacuolaire.

Il est remarquable de rappeler que nous avons observé un enrichissement du suc vacuolaire en tétraèdres d'oxalate de chaux dans les cellules où une décoloration des plastes est provoquée soit par le parasitisme du *Bacterium Tabacum*, soit par les virus, soit par l'action de radiations ultraviolettes.

§ 4. *L'exagération pathologique des surfaces cytoplasmiques.* — L'étude cytologique des cellules ayant subi l'action d'excitants physiques, chimiques ou biologiques m'a constamment révélé une plus grande surface des contacts cytoplasme-vacuoles et un contact plus intime mitochondries-vacuoles comme première manifestation d'une excitation modérée.

Or, dès 1904, Devaux avait fait connaître que les limites du cytoplasme sont marquées par une membrane plasmique à molécules orientées « chaque unité vivante de la cellule : protoplasma, noyau, plastes ou mitochondries, nous apparaît comme limitée par une véritable lame mince solide en forme de vase clos dans laquelle toutes les molécules sont polarisées, toutes les affinités réparties en deux champs d'action : l'un externe, l'autre interne ».

Les affinités vitales, ne pouvant exister dans les masses plasmiques, doivent être nécessairement localisées le long des surfaces plasmiques.

Nous avons en effet montré que, dans un tissu, les cellules les plus actives sont celles où les surfaces cytoplasmiques sont les plus étendues, dont la structure cytoplasmique est la plus spongieuse ; que, dans une cellule, le siège de la plus grande activité métabolique est le territoire cytoplasmique où une extrême vacuolisation exagère au maximum les surfaces cytoplasmiques.

Dans ces territoires privilégiés, les vacuoles exercent une vive attraction sur le chondriome dont certains éléments flexueux peuvent ceindre et embrasser une ou plusieurs vacuoles.

L'étude minutieuse des rapports topographiques des vacuoles et des mitochondries ou des plastes dans les cellules normales et pathologiques confirme l'existence d'une polarisation cellulaire.

§ 5. *Les rapports topographiques entre le chondriome et le vacuome.* — Les vacuoles, pour importantes qu'elles soient par leurs propriétés physico-

chimiques, ne sont qu'un centre de condensation de certaines substances, un creuset où se parachèvent des opérations commencées ailleurs. Les vacuoles n'ont en elles-mêmes aucune permanence, aucune individualité fixe et transmissible de génération en génération.

Seul le groupement ou « vacuome » est une entité, expression d'un équilibre cellulaire, « phase aqueuse dispersée », dont les éléments disparaissent et sont remplacés par d'autres, dans une zone de cytoplasme à laquelle ils confèrent une affinité particulière pour les colorants.

Le chondriome représente la phase lipoïdique de la cellule dont le vacuome représente la phase aqueuse. C'est au contact de la phase lipoïdique et de la phase aqueuse que doivent surtout se manifester les réactions cellulaires, et l'association mitochondries-vacuoles doit être d'autant plus intime que les actions de synthèse ou d'hydrolyse sont plus actives.

En fait, nous constatons toujours une fragmentation considérable de l'appareil vacuolaire, augmentant ses surfaces de contact avec le cytoplasme et avec le chondriome, dans toute cellule qui manifeste une activité particulière : secrétion, prolifération ou réaction à une excitation pathologique. (Action de traumatismes, de parasites, (fig. 27, 28) de rayons ultra-violets) (fig. 9).

Lorsque la manifestation de l'activité physiologique est localisée à un certain territoire cellulaire, c'est ce territoire seul qui, montrant une fragmentation du vacuome, acquiert les caractères d'une « tache de Golgi » ; les cellules embryonnaires qui forment la masse de l'embryon dans la graine ou qui forment les méristèmes terminaux de la pointe des tiges ou des racines, enfin les cellules des méristèmes latéraux étirés entre les méristèmes terminaux tout au long des racines ou des tiges pour former les assises génératrices, toutes ces cellules sont formées d'un cytoplasme dense, à très petites vacuoles filamenteuses, et à nombreuses mitochondries en grains ou en bâtonnets.

Toute cellule débute par un stade méristématique, caractérisé par une active utilisation de protides solubles pour l'élaboration de complexes lipoprotéiques. Pendant cette période d'active synthèse, le vacuome est fragmenté à l'état de petites vacuoles disséminées dans un cytoplasme richement pourvu en mitochondries.

Lorsque la cellule évolue en cellule parenchymateuse, elle s'enrichit en plastes, qui tendent à se répartir à la périphérie de la cellule dans une mince couche de cytoplasme pariétal, autour d'une énorme vacuole centrale où s'accumulent les produits solubles dans l'eau.

Si cependant la cellule, en devenant adulte, continue de recevoir une grande quantité de matériaux solubles, comme c'est le cas pour les cellules glandulaires en période de sécrétion ou pour les cellules périvasculaires,

voies de passage des aliments d'une partie à l'autre de la plante, le vacuome tend à conserver ou à reprendre l'aspect fragmenté qu'il montre dans les cellules méristématiques : d'ailleurs l'orientation de la circulation des matériaux solubles impose une orientation aux éléments du vacuome, et confère à la cellule un certain degré de polarité.

Cette polarisation cellulaire, et plus particulièrement la polarisation du système vacuome-chondriome est le résultat le plus constant de l'infection parasitaire ou des maladies à virus.

Dans tous les Tabacs que nous avons étudiés, toute excitation pathologique, compatible avec la survie cellulaire, provoque une exagération locale de l'activité cellulaire, et fait apparaître, dans la zone cytoplasmique intéressée, un système de petites vacuoles, c'est-à-dire exagère localement les surfaces de contact vacuoles-cytoplasme et rend plus intimes les contacts vacuoles-mitochondries.

Cette fragmentation du vacuome, qui trahit cytologiquement l'enrichissement du suc vacuolaire en protides solubles, est souvent concomitante d'une désintégration des lipoprotéides des plastes, et d'une hydrolyse des grains d'amidon avec formation de sucres réducteurs, cependant que la chlorophylle disparaît et que les tissus jaunissent.

D'une façon générale, les organes qui devraient être verts, mais qui n'acquièrent pas de chlorophylle, ou qui perdent celle qu'ils avaient formée, sont relativement riches en azote non protéique, pauvres en glucides.

Premier résultat d'une excitation pathologique, la fragmentation du vacuome est le premier indice d'une réversion de la cellule différenciée vers le stade méristématique ; tandis que les plastes perdent leurs réserves, les mitochondries se divisent activement pour former des chapelets de mitochondries granuleuses ; à côté du vacuome formé de canaux, le chondriome reprend l'aspect du système de bâtonnets ou de grains qu'il présente dans les cellules méristématiques.

La mort du cytoplasme : les inclusions cytoplasmiques

Le cytoplasme vivant est homogène, optiquement vide, et animé de mouvement propres (courants cytoplasmiques) qui entraînent passivement les inclusions telles que mitochondries, plastes, globules graisseux, et imposent des déformations passives aux vacuoles dont le contenu est colorable par les colorants vitaux (qui traversent le cytoplasme vivant sans le colorer).

Le cytoplasme mort montre sur le fond noir de l'ultra microscope des particules brillantes animées de mouvements browniens. Il fixe les colorants,

et entoure des vacuoles dont le contenu n'est plus colorable par les colorants vitaux.

Ainsi définie, la mort du cytoplasme n'affecte pas obligatoirement d'emblée l'ensemble d'une cellule : un certain territoire cytoplasmique peut mourir dans une cellule qui reste vivante ; nous en observons des exemples dans les cellules carencées, dans les cellules affectées par les virus ou parasitées par le *Bacterium Tabacum*.

La mort se caractérise surtout par la transformation de matière optiquement vide en amas de particules ou de cristaux capables de s'illuminer sur le fond noir : cette évolution s'observe particulièrement bien dans les cellules affectées par des maladies à virus, où peut se suivre la transformation locale, progressive, de cytoplasme optiquement vide, en cristaux protéiques, qui s'illuminent sur le fond noir. Dans les vacuoles même la mort est concomitante d'un enrichissement en cristaux et précipités, visibles à l'utra-microscope.

BIBLIOGRAPHIE

Chapitre II :

Böning (K.) et Böning Seubert (E.). — Wasserstoffionen-Konzentration und Puffering im Presssaft von Tabakblattern. *Bioch. Zeitsch*, 247, 35, 1932.

Bodnar (J.) et Ladislans Barka. — Tabaktroknung und-fermentation. *Bioch. Zeitsch*, 274, 218, 1932.

Devaux (H.). — La structure moléculaire de la cellule et des tissus vivants. *Bull. Soc. Fr. de Physique*, N° 258, 1928.

— . Les affinités cellulaires. *Bull. Soc. Bot. Fr.* V. 77, pp. 149, 149. 1930.

Dufrenoy (J.). — Les modifications pathologiques de la structure des cellules végétales. *Ann. Inst. Agronomique.* V. 23, pp. 1-104. 1930.

Dufrenoy et Labrousse. — Influence du milieu de culture sur la pénétration du rouge neutre dans les cellules du tabac. *Ann. Epiph.* V. 16, pp. 95-102. 1930.

Guilliermond. — Recherches ultra-microscopiques sur les cellules végétales. *Rev. Gen. Bot.* V. 42. 1930.

Guilliermond, Dufrenoy et Labrousse. — Coloration du vacuome pendant la germination des plantules. *C. R. Acad. Sc.* V. 190, p. 1439. 1930.

Genevois. — Exposé de titres et travaux, Bordeaux 1932.

Pfeiffer. — Uber die W.i.k. als Determinations-faktor physiologischer Gewebegeschehen. *New Phytologist*, 24, p. 65, 1925.

Small. — H. ion concentration in plant cells and tissues. *Protoplasma monographien*, II, Berlin, 1929, p. 99.

Chapitre III :

GARNER (W.-W). — Sand drown, a chlorosis of tobacco due to magnesium deficiency and the relations of sulfates and chlorids of potassium to the disease *Journ. Agr. Res.* 23, pp. 27-40. 1923.

— Magnésium and calcium requirements of the tobacco crop. *Journ. Agr. Res.*, 40, pp. 145-168. 1930.

— Sand drown, a chlorosis of tobacco and other plants resulting from magnesium déficienty. *Science* 56, pp. 341-342. 1922.

GREGORY (C.-T.). — Plant food and its effect in disease. *Better Crops*, 4 (2), pp. 20-21. 1925.

HASKINS (H.-D.). — Tobacco injury due to malnutrition or over-fertilization. *Mass. Agr. Exp. Sta. Ann. Rept*, 24 (2), pp. 35-46. 1912.

HOPKINS (J.-C.-F.). — Frenching of tobacco. *Rhodesia Agr. Journ.* 25, pp. 588-590. 1928.

— Preliminary experiments on the control of white mould of tobacco. *Rhodesia Agr. Journ.* 25, pp. 1342-1348. 1928.

— Blackfire of tobacco. *Rhodesia Agr. Journ.*, 26, pp. 371-373. 1929.

— Field control of frenching in tobacco. *Rhodesia Agr. Journ.*, 27, pp. 581-586. 1930.

HULSEMANN. — Der Einfluss des Kalis, auf Krankheiterscheinugen der Kulturpflanzen. *Ernähr. Pflanze*, 22, pp. 217-219. 1926.

JACOBSON (H.-G.M.) and (T.-R.) SWANDACK. — Manganese toxicity in tobacco. *Science*, 70, pp. 283-284. 1929.

JONES (J.-P.). — The effect of other crops on tobacco. *Journ. Amer. Soc. Agron.*, 21, pp. 118-129. 1929.

— Influence of cropping systems on root-rots of tobacco. *Journ. Amer. Soc. Agr.*, 20, pp. 679-685. 1927.

— The influence of cropping systems and fertilizers on black and brown root-rot ofv tobacco. *Phytop.*, 18, p. 131 (Abst.). 1928.

JONES (L.-R.). — Experimental work on the relation of soil temperature to disease in plants. *Trans. Wisc. Acad. Sciences*, 20, pp. 433-459. 1921.

— The relation of environment to disease in plants. *Amer. Journ. Bot.*, 11, pp. 601-609. 1924.

— Relation of environment to he alth and disease in plants. *Wisc. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 362, pp. 47-49. 1924.

LIU (H.). — The salt requirements of tobacco grown in sand cultures. *Md. Agr. Exp. Sta. Bull.* 288, pp. 133-154. 1926.

MC MURTREY (J.-B.). — The effect of boron deficiency on the growth of tobacco plants in aerated an unaerated solution. *Journ. Agr. Res.*, 28, pp. 371-380. 1929.

— Nutritional deficiency studies on tobacco. *Journ. Amer. Soc. Agron.*, 21, pp. 142-149. 1929.

MIDDLEBURG (H.-A.). — Influence of the line status... on the laf quality of Vorstenlanden Tobacco. *Proefstation. Vorstenlandsche Tabak, Klaten Java, Med.*, 75. 1932.

MORGAN (M.-F.). — Tobacco as indicator plant in studying nutritional déficiency of soils ander greenhouse conditions. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 21, pp. 130-136. 1929.

MURWIN (H.-F). — The effects of magnesia, sulphur and chlorine on the growth and quality of tobacco. *Conn. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 299, pp. 198-203. 1929.

SWANBACK (T.-R.). — The effect of boric acid on the growth of tobacco plante in nutrient solutions. *Plant Physiol.*, 2, 457-486. 1927.

TOLLENAAR (D.). — *Vorst. Tabak, Med.*, 71.

VALLEAU (W.-D.) and JOHNSON (E.-M.). — The relation of nitrate to tobacco frenching *Science*, 64, pp. 278-279. 1926.

— Tobacco frenching. A nitrogen deficiency disease. *Ky. Agr. Exp. Sat. Bull.*, 281, pp. 175-235. 1927.

WESTERDIJK. — Le manque de bore chez les plantes. *Compte rendu 2e Cong. Int. Path. Comp. II*, p. 385. 1932.

Chapitre IV :

ARTHUR (J.-M.). — Some effects of radiant energy on plants. *J. Optic. Soc. Am.* 18. 253-266. 1929.

BEAUVERIE et CORNET. — Action des rayons ultra-violets sur la structure cellulaire. *C. R. Soc. Biol.*, p. 775-777, 1929.

DELF (E.-M.), RITSON (K.) et WESTBROOK. — The effect on plants of radiations from a quartz mercury vapour lamp. *Brit. J. Exp. Biol.* 5. 138-154. 1927.

DELF (E.-M.). — The influence of ultra-violet light on plants. *Biol. Reviews*, 3, 261-269. 1928.

FULLER (H.-J.). — Stimulatory effects of Radiation from a quartz Mercury vapor arc upon higher plants. *Ann. Mo. Bot. Garden*, v. 18, p. 17-40. feb. 1931.

MARTIN (M.-T.) et WESTBROOK (M.-A.). — The influence of ultra-violet radiation upon some plant cells. *Jour. Exp. Biol.* VII, N° 3. Juil. 1930.

Chapitre VI :

BONING KARL. — Zur Ätiologie der Streifen-und Kräuselkrankheit des Tabaks. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, 2. 1931.

COOK (M.-T.). — Action inhibitrice du virus des mosaïques sur l'évolution cellulaire. *Ext. du 2e Congrès Intern. de Path. comparée*, p. 462. Paris 1931.

DUFRENOY (J.) — Die virus krankheiten. *Phyto. Zeitzschrift*, 5, 85-90. 1932.

GHIMPU (V.). — Les maladies à virus du Tabac. *Buletinul Cultivarei Fermantarei Tutunului*, Bucarest. Vol. XXI, N° 21932.

JOHNSEN (J.). — The attenuation of plant virus and the inactivating influence of oxygène. *Science*, 64, p. 210. 1926.

— The classification of plant virus. *Wis. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 76, pp. 1-16. 1927.

KINNEY (H.-H.). — Mélanges de virus. *C. R. Le Cong. Int. Path. Comp.*, p. 449. Paris, 1931.

Nyasaland Protectorate Department of Agriculture. — Virus Diseases of Tobacco in Nyasaland Bulletin N° 2 (New Series), May 1932.

SCHAFFNITT. — Untersuchungen über Viruskrankheiten, *Phytopathologische Zeitschrift*, 2. 1931.

SILBERSCHMIDT (K.). — Der Einfluss der Mosaikkrankheit auf den Nikotingehalt der Tabaksfhanze. *Ber. d. Deuts. Bot. Ges.* XLVIII, 1930, pp. 122-129, 3 figures.

TISDALE et WADKINS. — Brown spot of Tobacco caused by *Alternaria longipes* (Eet E), n ; Comb. *Phytopatology*, juin 1931.

THUNG. — Smestef en plantencel bij enkele virusziekten van de Tabaksplant. *Zesde Nederlandsch-Indisch Natuurwetenschappelij Congrès*, 22-26 sept. 1931, Bandoeng (Java).

Chapitre VII :

BONING KARL. — Krankheiten, Schädlinge und Witterungsschäden am Tabak im Jahre 1930. *Bayer. Landesanstalt für Planzenbau und Pflanzenschutz München.*

— Die Bekämpfung der Brennfleckenkrankheit des Tabaks (*Colletotrichum tabacum*), durch Beizung des Samens und vorbeugende Behandlung der Pflanzen mit chemischen Mitteln. *Praktische Blatter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München.*

Chimpu (V.). — La maladie des Tabacs causés par *Pleospora Alternariae*. *Bull. Cult. Ferment.* Tutunului, N° 1931.

Johnson (J.). — The control of damping-off in plant beds. *Wis. Agr. Exp. St. Res. Bull.*, 31 pp. 29-61. 1914.

— Black rot, shed burn and stem rot of tobacco. *Wis. Agr. Exp. Sta., Res. Bull.*, 32, pp. 63-86. 1914.

— The relation of air temperature to certain plant disease. *Phytop.* II, pp. 446-458. 1921.

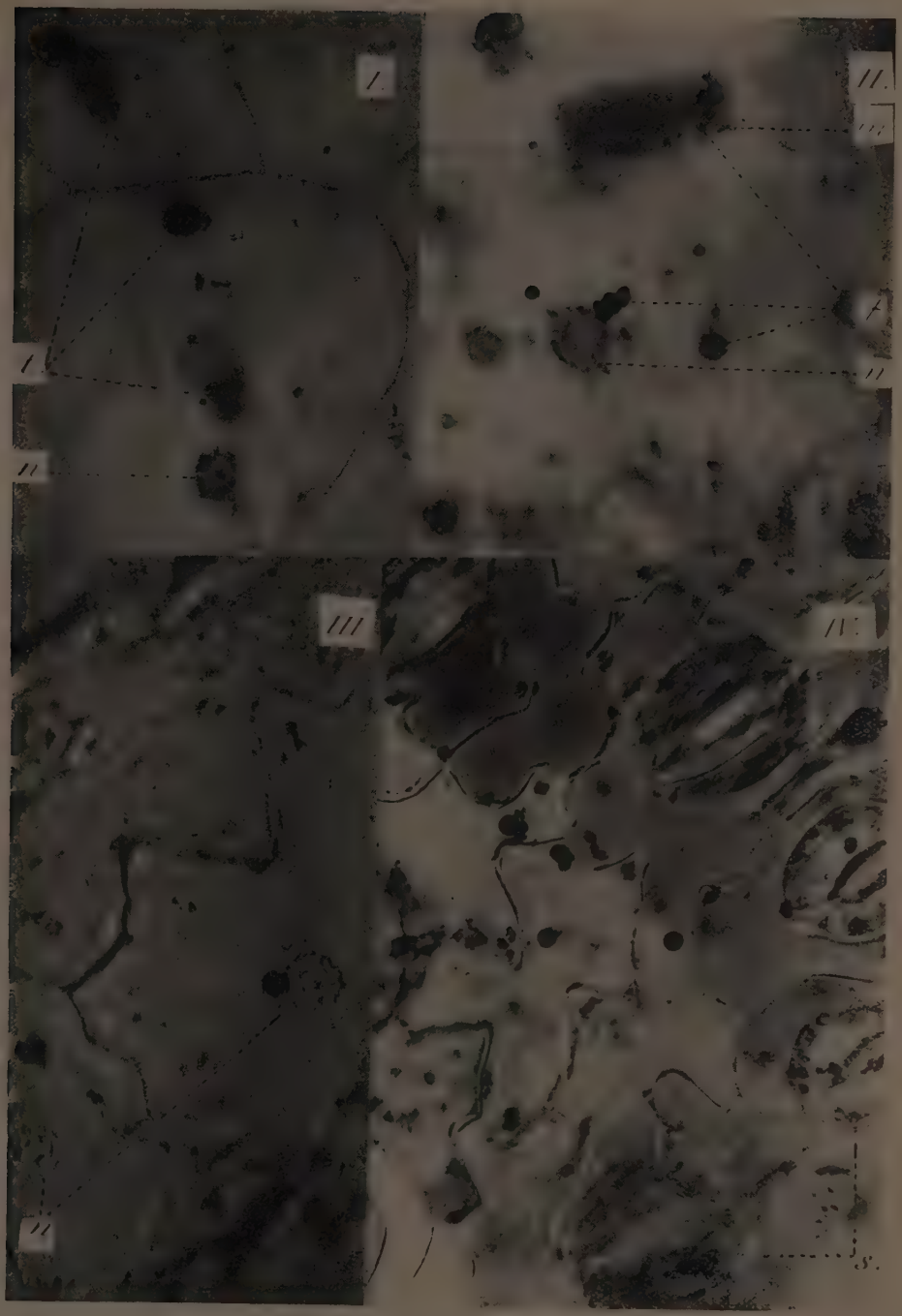
— Fusarium wilt of tobacco. *Journ. Agr. Res.*, 20, pp. 515-535. 1921.

— Tobacco diseases. *Wis. Agr. Exp. Sta. Bull.* 339, pp. 45-48. 1922.

— Non parasitic leaf spots of tobacco. *Phytop.* 12, p. 52 (Abst.). 1922.

— A bacterial leafspot of tobacco. *Journ. Agr. Res.*, 23, pp. 481-493. 1923.

— Tobacco ; diseases and their control. *U. S. Dept. Agr. Bull.* 1256, pp. 1-56. 1924.



Micro-photographie de cellules épidermiques de feuilles de Tabac, au niveau de la lésion locale provoquée par l'inoculation de virus de mosaïque jaune.

I., II., III. — Cellules fixées par le liquide chromo-osmié de Meves, montrant les précipités phénoliques colorés en noir (*t*) surtout abondants dans les petites vacuoles voisines des noyaux (*n*). Entre ces vacuoles se voient des mitochondries (*m*).

IV. — Cellules colorées post-vitalement par le bleu d'indophénol, et montrant en noir, des gouttelettes de lipides (oléoplastes) surtout abondants dans les cellules stomatiques.

J. Dufrenoy. — *Modifications pathologiques de Métabolisme cellulaire chez les Tabacs.*

ESSAIS SUR LA TECHNIQUE BACTÉRIOLOGIQUE EN PATHOLOGIE VÉGÉTALE

(2e PARTIE) (1)

Le « FIL », flétrissement bactérien de la Tomate (*Bacterium solanacearum* E.-F. Smith)

par F. LABROUSSE

Chef de travaux à la Station centrale de Pathologie végétale

SOMMAIRE

A. Généralités, p. 317.

B. Caractères de la maladie, d'après les échantillons étudiés, p. 318.

C. Isolement de l'organisme pathogène et résultats des inoculations expérimentales, p. 319.

D. Identification, p. 320 : 1° caractères morphologiques, p. 320 ; 2° caractères culturaux, p. 321 ; 3° caractères biochimiques, p. 322 ; 4° caractères biologiques p. 323.

E. Hôtes de *Bacterium solanacearum*, p. 325.

F. Voies de pénétration de la bactérie dans les plantes, p. 328.

G. Influence du milieu sur la maladie, p. 330.

H. Moyens de lutte, p. 331.

A. — GÉNÉRALITÉS

Sous le nom de « Fil », on connaît en Algérie une affection sévissant dans les cultures printanières de Tomate. Vers l'époque de leur mise à fruits, les plantes flétrissent brusquement. Il en résulte une maturation accélérée de fruits incomplètement développés, puis la mort des plantes atteintes. La présence de deux lignes brunes nettement observables dans les régions vasculaires d'une tige sectionnée longitudinalement justifierait le nom vulgaire de cette maladie.

Le « fil » a fait l'objet d'études détaillées de la part de CHRESTIAN (3,4) qui a précisé les symptômes, les conditions d'évolution et les diverses

(1) Voir pour la première partie, *Annales des Epiphyties*, t. 18, fasc. 4, p. 221.

méthodes de lutte pouvant être envisagées contre cette maladie. Cet auteur a reconnu l'origine bactérienne du « fil » et, compte tenu de l'analogie des symptômes de cette affection avec ceux rapportés pour le « brown-rot » des Solanées étudié par E. Smith, il a suspecté de suite que l'agent responsable de la maladie du « fil » devait être identique à celui étudié par E. Smith : *Bacterium solanacearum*. Toutefois, aucune caractérisation rigoureuse de la bactérie provoquant le « fil » n'ayant été tenté jusqu'ici, son identité avec *B. solanacearum* restait hypothétique.

La maladie du « fil » est connue de longue date dans les cultures de Tomate du littoral algérois. Chrestian a pu établir qu'elle existait dès 1911 dans la région d'El-Ançor. En 1928, au cours d'une mission d'études au Maroc, M. Foex remarqua, dans des cultures de Tomate des environs de Casablanca, une affection correspondant très étroitement par ses symptômes à celle décrite par Chrestian sous le nom de « fil ». Malheureusement, les échantillons rapportés par M. Foex ne permirent pas d'élucider la cause de la maladie qu'il avait entrevue.

En avril 1932, M. Bouhelier, inspecteur régional de la Défense des cultures au Maroc, nous adressa des échantillons de Tomates prélevés dans des cultures situées à Zenattas (région de Casablanca). Tenant compte des symptômes qu'il avait pu constater sur place et de ceux présentés par les échantillons qu'il nous adressait, notre correspondant nous informait qu'à son avis, l'affection dont il s'agissait était vraisemblablement le « fil ».

L'examen macroscopique de sections longitudinales ou transversales pratiquées dans les fragments de tiges qui nous furent adressés révélait un brunissement net, localisé à certaines portions ou généralisé à l'ensemble des tissus vasculaires. Ces caractéristiques correspondent exactement à celles décrites par Chrestian pour le « fil ».

B. — CARACTÈRES DE LA MALADIE, D'APRÈS L'EXAMEN DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS

A l'examen microscopique, nous avons reconnu la présence de bactéries parfois nombreuses dans la lumière des vaisseaux ligneux. Ces bactéries sont le plus souvent accompagnées par une substance amorphe, gommeuse, présentant une grande affinité pour les solutions aqueuses de colorants basiques d'aniline (rouge neutre, bleu de méthylène). Cette substance constitue parfois de véritables thylles obstruant presque complètement les vaisseaux. La présence de bactéries nombreuses est particulièrement nette dans les espaces intercellulaires des régions périvasculaires. Enfin, lorsque l'altération des régions examinées est particulièrement avancée, de

larges lacunes se présentent dans la moelle et le parenchyme cortical, la bactérie très caractéristique observable dans les tissus peu altérés y étant accompagnée d'organismes très divers (bactéries, levures, *Fusarium*) dont l'intervention secondaire dans ces tissus en voie de désorganisation ne saurait être mise en doute.

C. — ISOLEMENT ET MISE EN ÉVIDENCE DU ROLE PATHOGÈNE DE LA BACTÉRIE OBSERVÉE DANS LES RÉGIONS VASCULAIRES

C'est à partir de fragments de tissus vasculaires prélevés dans les régions les moins altérées que nous avons procédé à des tentatives d'isolement en cultures pures, par la technique des dilutions en plaques, de la bactérie que nous avions pu observer dans ces tissus.

A la suite de ces tentatives, nous nous sommes trouvé en présence de plusieurs types bactériens distincts par leurs aspects culturaux.

En vue de mettre en évidence celui ou ceux de ces types bactériens pouvant être les agents effectifs de la maladie étudiée, nous avons soumis chacun d'eux, après isolement en culture pure, à l'épreuve de l'inoculation, nous adressant à des plants de Tomate (variété Reine des hâtives) cultivés en pots, maintenus en serre à 20-22° C., ayant atteint un stade végétatif proche de la floraison. Les inoculations furent effectuées par piqûres à la base des tiges, l'inoculum consistant en prélèvements effectués à partir de cultures sur gélose à l'extrait de bœuf peptoné âgées de quarante-huit heures et les plantes inoculées étant maintenues sous cloche, en atmosphère humide, durant deux semaines.

Pour l'un des types bactériens que nous avons ainsi éprouvé, les inoculations furent suivies dans les quinze jours par l'apparition d'un flétrissement lent et progressif du feuillage. L'examen de sections pratiquées dans les tiges de telles plantes en voie de flétrissement nous révéla qu'elles présentaient un brunissement très net de leurs tissus vasculaires, non seulement dans la région avoisinant le point d'inoculation, mais aussi à des distances considérables de ce dernier. L'examen microscopique de ces lésions, nous démontra qu'elles étaient associées à la présence d'une bactérie manifestant la même localisation et les mêmes caractéristiques morphologiques que celle que nous avions observée dans les échantillons originaux reçus du Maroc.

D'après les observations que nous avons pu faire, le flétrissement progressif du feuillage des plantes inoculées ne se manifeste pas dès le début

pour toutes les feuilles d'une même plante. Le plus souvent ce flétrissement est même nettement hémiplégique : alors que certaines feuilles situées à des étages très divers se flétrissent, des feuilles intermédiaires peuvent demeurer normales.

Finalement, au bout de six semaines en général, les plantes inoculées succombent après avoir perdu totalement leur feuillage ou tout au moins après dessiccation de celui-ci. Suivant des conditions que nous n'avons pas pu préciser, le flétrissement du feuillage est précédé ou non d'un jaunissement complet. Dans tous les cas que nous avons observés, la tige des plantes infectées demeure parfaitement verte jusqu'à la mort complète de la plante. Nous avons remarqué d'une manière constante l'apparition de nombreuses ébauches de racines adventives, non seulement au voisinage des points d'inoculation, mais encore en des points quelconques de la tige principale des plantes inoculées. Cette formation est certainement en relation avec l'état pathologique des plantes inoculées, car des témoins, piqués aseptiquement et placés dans les mêmes conditions de milieu que les plantes inoculées, ne manifestent pas cette particularité.

Plusieurs réisolements suivis de réinoculations nous ont permis de reproduire dans des conditions toujours identiques les symptômes qui viennent d'être décrits. Ces symptômes étant nettement caractéristiques de la maladie du fil, tels que Chrestian les a décrits, nous pouvons en conclure que la bactérie qui nous a permis de reproduire ces symptômes et dont nous allons donner la description est bien l'agent responsable de cette maladie.

D. — IDENTIFICATION

1° Caractères morphologiques.

1° Examinée à partir de *cultures jeunes* (48 heures), sur gélose à l'extrait de bœuf peptoné et après coloration à la fuchsine ou au violet de gentiane (solutions anilinées), la bactérie se présente sous forme de bâtonnets courts, à extrémités arrondies, de 1,4μ de longueur et 0,6μ de largeur, en moyenne. Leur coloration est homogène. Ces bâtonnets sont le plus souvent réunis par paires, rarement en chaînes de 3 à 6 éléments. Ils sont assez activement mobiles. C'est avec difficulté et en une seule circonstance, en employant la technique de Lowitt, que nous avons pu mettre en évidence l'existence d'un cil polaire unique, mesurant de 3 à 5 μ de longueur.

2° Examinée à partir de *cultures âgées* (15 jours au moins), dans des conditions analogues aux précédentes, nous avons reconnu que la bactérie

revêtait généralement une forme très courte : 0,6μ × 0,8μ en moyenne, laquelle rappelle celle d'un *Coccus* typique. A ces stades, la cellule bactérienne ne se colore pas d'une façon homogène : une grosse vacuole centrale douée de faible affinité pour le colorant se détache nettement par sa teinte claire, des extrémités qui se colorent intensément (*coloration bipolaire*).

Pas de capsule, pas de spore, Gram négative et non acido-résistante, telles sont les autres caractéristiques que nous avons pu reconnaître à la bactérie étudiée.

2° Caractères culturaux (observés sur des cultures maintenues à + 12° C., sauf indication contraire).

a) *Sur bouillon à l'extrait de bœuf peptoné* (pH = 7,0). — Trouble net 18 heures après l'ensemencement, devenant très intense au bout de huit jours. En surface, un voile mince, très fragile, se constitue rapidement par confluence de nombreuses pseudozooglées, sans jamais évoluer en une membrane ferme continue typique. Un précipité visqueux, blanc sale, se dépose progressivement au fond des tubes en même temps qu'une teinte brune allant en s'intensifiant se manifeste dans le liquide clair surnageant.

b) *Sur gélose à l'extrait de bœuf peptoné* (pH = 7,0). — 1° En tubes inclinés ensemencés en stries, le développement assez lent, filiforme, visqueux et d'abord blanchâtre, devient bientôt étalé, bleu opalescent lorsqu'on l'observe en lumière transmise, mais brunâtre en lumière réfléchie. Trois ou quatre jours après l'ensemencement, une teinte brune apparaît au sein du milieu de culture, ne tardant pas à l'envahir totalement. 2° En plaques, les colonies superficielles ne deviennent visibles à l'œil nu que vers le quatrième jour suivant l'ensemencement. D'abord blanches et brillantes, circulaires, légèrement saillantes, à marge entière, ces colonies qui atteignent 3-5 millimètres de diamètre au bout de huit jours ne tardent pas à prendre une teinte bleu-opalescent, puis brune, cette dernière teinte gagnant le milieu de culture environnant et s'y accusant de plus en plus. Les très rares colonies qui se développent au sein de ces ensemencements en plaques demeurent très petites : moins d'un millimètre de diamètre quinze jours après l'ensemencement. Cette dernière particularité démontre le caractère nettement aérobie de l'organisme.

c) *Sur gélatine à l'extrait de bœuf peptoné* (pH = 7,0 ; cultures maintenues à + 18° C.). — Aucune liquéfaction ne se manifeste trois semaines après l'ensemencement, par piqûre ou par dépôt superficiel. Le développement, assez lent à cette température et sur ce milieu, reste strictement localisé à la surface dans les cas d'inoculations par piqûres. Une teinte brune de plus en plus intense diffuse de bonne heure au sein du milieu de culture.

d) *Sur morceaux de pomme de terre stérilisés.* — Développement abon-

dant, étalé, d'abord blanchâtre, puis devenant bleu-opalescent, puis brun noirâtre. Le substratum et l'eau situé dans l'ampoule inférieure des tubes deviennent rapidement brun très foncé, presque noirâtre.

3° Caractères biochimiques.

a) *Développement sur les milieux synthétiques.* — Nul sur Coux, un très faible développement (légère opalescence) est observable au bout de six semaines sur Fermi et sur Uschinsky.

b) *Action sur les composés carbonés.* — Un développement normal (trouble net au bout de 48-72 heures), sans production de gaz ni acidification, est observable aux dépens des hydrates de carbone suivants : glucose, lévulose, galactose, xylose, saccharose, maltose, lactose, dextrine, glycérine et mannite. Ces milieux brunissent plus ou moins au cours du développement de l'organisme. Il semble que ce brunissement coïncide dans son apparition et son accentuation avec l'apparition et l'accentuation de la réaction alcaline de ces milieux au cours du développement de la bactérie.

Ni développement, ni par suite la moindre activité diastasique ne peuvent être observés après ensemencements sur milieux additionnés d'amidons divers (maïs, riz, pomme de terre et haricot).

c) *Action sur les composés azotés.* — 1° Ammoniaque : par la réaction de Trillat et Turchet, une très légère production d'ammoniaque peut être décelée au bout de quinze jours de culture sur bouillon à l'extrait de bœuf peptoné ;

2° Indol : pas d'indol décelable par la réaction de Bohme-Ehrlich dans des cultures en eau peptonée (peptone Byla) âgées de quinze jours ;

3° Nitrites : dans des cultures en eau peptonée additionnée de 1 p. 100 de nitrate de potasse, la légère teinte rose grenadine observable au bout de quinze jours après addition du réactif hydrostrychnique de Denigès atteste qu'il y a eu formation d'une assez faible quantité de nitrite aux dépens du milieu.

d) *Production d'hydrogène sulfuré.* — Sur gélose à l'acétate de plomb, un noircissement net se manifeste le long de la strie d'ensemencement 48 à 78 heures après le début du développement. Il y a donc production d'hydrogène sulfuré. L'apparition de ce noircissement doit être suivi attentivement, car bientôt la pigmentation brune que cette bactérie développe normalement dans la plupart des milieux où on la cultive vient complètement masquer ce noircissement le long de la strie d'ensemencement.

e) *Action sur le lait.* — Au cours des quinze jours suivant l'ensemencement, le milieu se clarifie progressivement (saponification). Plus tard, une teinte brune plus ou moins intense se manifeste dans le lait clarifié, tandis qu'un précipité brun sale assez abondant se dépose au fond du tube.

Au bout d'un mois, le milieu est complètement clarifié et nettement brun.

Sur lait additionné de tournesol ou de pourpre de bromocrésol, on constate qu'il y a alcalinisation progressive du milieu au cours des huit premiers jours suivant l'ensemencement et que cette alcalinisation se maintient durant toute la période d'observation (6 semaines).

4° Caractères biologiques.

a) *Influence de l'aération.* — Comme nous l'avons signalé à plusieurs reprises, la tendance que manifeste la bactérie de ne se développer que dans les régions superficielles, donc les mieux aérées, des milieux où on la cultive, dénote le caractère nettement aérobie de cet organisme.

b) *Influence de la température.* — Nous avons recherché quelles étaient les exigences thermiques de la bactérie en nous adressant à des cultures sur bouillon à l'extrait de bœuf peptoné.

1° *La température optimum de développement,* à savoir celle pour laquelle le développement se manifeste macroscopiquement (trouble net du bouillon de culture) avec le plus de rapidité, se trouve comprise, d'après nos essais, entre +33° et +35° C. A ces températures, le développement est nettement visible 24 heures après l'ensemencement.

2° *Les températures extrêmes compatibles avec le développement* n'ont pas été précisées entièrement dans nos essais. Les moyens dont nous avons pu disposer ne nous ont, en effet, permis que d'envisager l'influence de températures comprises entre +15° C. et +50° C. En observant l'allure du développement de cultures placées à des températures échelonnées de 5 en 5 degrés entre ces extrêmes, nous avons pu établir que la *température maximum* tolérée par la bactérie se trouvait au voisinage de +40° C. N'ayant pu établir la température minimum, il nous a été simplement possible de constater qu'à la plus basse température expérimentée (+15° C) le développement était très retardé : un trouble net du milieu ne se manifeste, en effet, qu'au bout de dix jours à cette température, au lieu de vingt-quatre heures à la température optimum.

3° *La température mortelle* a été établie par la technique suivante :

1° Une série de tubes à essai en verre mince de même calibre, renfermant chacun 10 cc. de solution isotonique de Ringer, est ensemencée, à raison d'une goutte par tube, à l'aide d'une suspension très diluée (1 goutte dans 100 cc. de solution de Ringer stérile) d'une culture sur bouillon à l'extrait de bœuf peptoné âgée de quarante-huit heures.

2° Deux des tubes ainsi ensemencés sont placés dans un bain-marie à température constante pour y être soumis, *durant dix minutes*, à une température déterminée. Ce laps de temps est calculé à partir de l'instant où la température à éprouver se trouve effectivement indiquée par un thermo-

mètre placé dans un tube témoin qui a été immergé dans le bain-marie en même temps que les tubes ensemencés. Lorsque le séjour des tubes à la température convenable s'est prolongé effectivement dix minutes, ces tubes sont sortis du bain-marie, rapidement refroidis à l'eau courante et leur contenu utilisé pour l'ensemencement de tubes de gélose à l'extrait de bœuf peptoné préalablement fondus au bain-marie. On coule cette gélose ensemencée en boîtes de Petri, lesquelles sont mises en incubation durant huit jours à la température optimum de développement de la bactérie (+35° C.). La température mortelle pour la bactérie se trouve définie comme étant celle pour laquelle tout développement aura été reconnu impossible au bout de huit jours pour les cultures qui y auront été soumises, dans les conditions qui viennent d'être indiquées.

En appliquant cette technique, pour des températures échelonnées de 2 en 2 degrés entre +40 et +60° C., nous avons pu établir que la température mortelle de la bactérie que nous avons étudiée se trouve comprise entre +48° et +50° C.

c) *Influence de la réaction du milieu.* — Nous l'avons étudiée par la technique suivante :

La réaction de deux séries de tubes renfermant chacun 10 cc. de bouillon à l'extrait de bœuf peptoné est ajustée, par échelons de 0,5 unités, à des valeurs du pH comprises entre 3 et 9 (réactions appréciées colorimétriquement à l'aide des indicateurs de Clark et Lubs.)

Ces tubes sont ensemencés, à raison de 0,1 cc. par tube, à l'aide de prélèvements effectués dans une culture jeune (48 heures) sur bouillon à l'extrait de bœuf peptoné. Ces cultures sont placées à l'étuve, à une température voisine de l'optimum (+35° C.) et observées très fréquemment durant les deux jours suivant l'ensemencement. Les premiers tubes dans lesquels le développement se révèle macroscopiquement (trouble net) sont considérés comme étant ceux pour lesquels la réaction est optimum. Les observations étant poursuivies quotidiennement durant quinze jours, l'ensemble des tubes pour lesquels le développement aura pu être constaté au bout de ce délai permet de fixer *l'amplitude d'accomodation de l'organisme* à la réaction du milieu, entre deux valeurs extrêmes : *maximum* et *minimum*, compatibles avec son développement.

Par l'emploi de cette technique, nous avons pu fixer à la bactérie que nous avons étudiée les caractéristiques suivantes relatives à l'influence de la réaction du milieu sur son développement :

pH optimum : compris entre 6,5 et 7,5
— maximum — — 8,5 et 9,0
— minimum — — 5,0 et 5,5

L'ensemble des caractères que nous venons de rapporter pour la bactérie que nous avons isolée de Tomates présentant les symptômes de la maladie du « fil » et dont nous avons reconnu le rôle effectif dans la manifestation de cette maladie démontre nettement que cette bactérie répond entièrement aux caractéristiques connues pour l'espèce décrite par E. Smith : *Bacterium solanacearum*. La concordance de notre description avec celle de cette espèce s'établit par la consultation des travaux de Smith (53-55), Hunger (16-17), Honing (13-15), Hutchinson (18), Bryan (2), Stanford et Wolf (57), etc... Le bien-fondé de l'hypothèse de Chrestian se trouve donc établi : l'agent responsable de la maladie du « fil » de la Tomate est strictement identifiable à *Bacterium solanacearum* Smith.

E. — HOTES DE *BACTERIUM SOLANACEARUM*

Etudié tout d'abord par Smith (54), en tant qu'agent responsable d'un flétrissement des Tomates, Aubergines et Pommes de terre, *Bacterium solanacearum* a été ensuite reconnu comme pouvant s'attaquer à un grand nombre de plantes cultivées ou spontanées en y déterminant l'apparition de troubles plus ou moins semblables à ceux constatés sur Tomate. Actuellement, cette bactérie a été reconnue comme s'attaquant à près de 150 plantes appartenant à trente-deux familles, dont voici la liste :

Commelinacées :	Commelina nudiflora.
Orchidacées :	Vanilla planifolia.
Cannacées :	Canna glauca, C. indica.
Musacées :	Musa Cavendishii, M. paradisiaca, M. sapientum.
Urticacées :	Fleurya interrupta, Pouzolzia sp.
Polygonacées :	Polygonum tinctorium, Rheum rhaponticum, Rumex abyssinicus, R. sagittatus.
Chenopodiacées :	Beta vulgaris, Chenopodium ambrosioides.
Amaranthacées :	Amaranthus gangeticus.
Phytolaccacées :	Phytolacca octandra.
Portulacacées :	Portulaca oleracea, Talinum racemosum.
Capparidacées :	Polanisia viscosa.
Tiliacées :	Corchorus acutangulus.
Sterculéacées :	Melochia corchorifolia.
Malvacées :	Gossypium sp., Hibiscus cannabinus, H. Sabdariffa.
Tropeolacées :	Tropeolum Lobbianum, T. majus, T. peregrinum.
Linacées :	Linum usitatissimum.
Balsaminacées :	Impatiens balsamina, I. Sultani.
Malpighiacées :	Galphinia gracilis.
Euphorbiacées :	Acalypha boehmerioides, Croton glandulosus var. septentrionalis, Euphorbia hirta, E. nutans, Manihot Glaziovii, M. utilissima, Phyllanthus niruri, Ricinus communis.
Ombellifères :	Daucus carota, Petroselinum sativum.
Onagracées :	Fuchsia speciosa.

Légumineuses :	Albizzia falcata, Arachis hypogea, Cassia lechenaultiana, Indigofera erecta, Leucaena glauca, Mucuna sp., Phaseolus calcaratus, P. lunatus, P. vulgaris, P. radiatus, Pithecolobium sp., Pisum sativum, Sesbiana grandiflora, Soja max, Stizolobium niveum, Tephrosia Vogelii, Vigna catjang, Vigna sinensis.
Convolvulacées :	Ipomea triloba.
Borraginacées :	Heliotropum indicum, H. cannabinus.
Solanées :	Browallia demissa, Capsicum annuum, C. baccatum, C. longum, Datura fastuosa (= D. cornucopiae), D. meteloides, D. stramonium, Lycopersicum cerasiforme, L. esculentum, L. pyriforme, Nicotiana affinis, N. alata, N. atropurpurea, N. glauca, N. glutinosa, N. Langsdorfii, N. longiflora, N. macrophylla, N. quadrivalvis, N. rustica, N. Sanderae, N. suaveolens, N. sylvestris, N. tabacum, N. tomentosum, Petunia sp., Physalis alkekengis, P. angulata, P. crassifolia, P. minima, P. philadelphica, Salpiglossis sinuata, Schizanthus pinnatus, Solanum carolinense, S. melongena, S. nigrum, S. torvum, S. tuberosum.
Scrophulariacées :	Scoparia dulcis.
Pedaliacées :	Sesamum orientale.
Acanthacées :	Barleria lupulina, Ruellia tuberosa.
Martyniacées :	Martynia louisiana (= M. proboscidea).
Labiées :	Hyptis brevipes, Leucas linifolia.
Verbenacées :	Lantana aculeata, L. camara, L. trifolia, Stachytarpheta indica, Tectonia grandis, Verbena erinoides.
Composées :	Ageratum conyzoides, Ambrosia artemisiifolia, Bidens bipinnata, Blumea balsamifera, Chrysanthemum coronarium, C. sinense, Coreopsis speciosus, Cosmos bipinnatus, Dahlia rosea, Eclipta alba, Eleutheranthera ruderalis, Erechtites hieracifolia, Erigeron canadense, Gerbera sp., Gynura sp., Helianthus annuus, Pluchea indica, Senecio sonchifolius, Spilanthes acmella, Synedrella nodiflora, Tagetes erecta, T. signatus, Verbesina alata, Zinnia elegans.

Par des observations attentives sur les plantes spontanées se développant dans des terrains où sévit *B. solanacearum*, il serait sans doute possible d'allonger encore la liste des hôtes de cette bactérie.

Si des maladies bactériennes imputables à un organisme répondant aux caractères du *B. solanacearum* ont pu être reconnues déjà sur un aussi grand nombre de plantes, il y a toutefois lieu de faire remarquer que l'existence de *races biologiques*, plus ou moins étroitement spécialisées à certains de ces hôtes seulement, ayant été reconnue, il en résulte qu'en une région donnée, *B. solanacearum* peut n'exister que sous une ou plusieurs formes biologiques ne s'attaquant qu'à certaines des plantes dont la liste vient d'être donnée.

C'est ainsi qu'au cours de ses premières recherches, Smith (54) avait expérimenté sur une souche de *B. solanacearum* qu'il put reconnaître comme étant pathogène pour certaines plantes, la Tomate, l'Aubergine et la Pomme de terre entre autres, mais non pour le Tabac et le Piment. Plus tard, ce même auteur (55) ayant expérimenté avec divers isolements présentant tous les caractères de l'espèce qu'il avait décrite sous le nom de *B. sola-*

nacearum, pû reconnaître à certains d'entre eux le pouvoir de s'attaquer non seulement aux premières plantes qu'il avait reconnues susceptibles à cette bactérie, mais encore au Tabac et au Piment. Il fut alors amené à suspecter l'existence de races distinctes ou de variations possibles dans la virulence de *B. solanacearum* : « These appear to be many degrees of virulence, and possibly there are several strains of the organism » (55, p. 199).

N'ayant pas pris en considération cette possibilité d'existence de formes biologiques chez *B. solanacearum*, Uyeda (62) avait cru pouvoir distinguer sous le nom de *Bacillus nicotianae* une bactérie présentant de grandes analogies avec *B. solanacearum*, mais qu'il avait reconnu pathogène pour le Tabac et non pour l'Aubergine, comportement diamétralement opposé à celui reconnu à *B. solanacearum* par E. Smith à cette époque.

Honing (43) a pu établir qu'une certaine souche de *B. solanacearum* étant reconnue capable de s'attaquer à un certain nombre de plantes peu de temps après son isolement, pouvait perdre progressivement cette virulence à l'égard de ces plantes, au point de ne plus pouvoir bientôt s'attaquer à aucune d'elles. Il précisa que cette perte de virulence n'était que progressive et qu'on pouvait la restaurer par passages successifs dans les divers hôtes en suivant un ordre inverse de celui dans lequel la perte de virulence était constaté. C'est ainsi qu'une souche initialement virulente pour Piment, Tabac, Aubergine et Tomate perd progressivement sa virulence pour ces hôtes dans l'ordre qui vient d'être indiqué et que lorsque sa virulence pour le Piment est disparue depuis un certain temps, on peut la lui restituer à la faveur de passages successifs par la Tomate, l'Aubergine, puis le Tabac.

Corrolaire important de ces modifications possibles de la virulence d'une certaine forme de *B. solanacearum* par passages successifs dans diverses plantes, Honing (12) a établi qu'une souche n'étant pas virulente dans les conditions habituelles pour une certaine plante, peut le devenir après passage dans une autre plante. C'est ainsi qu'une souche isolée du Tabac, non virulente pour le Piment, est câpable d'attaquer cette dernière plante après passage par *Mucuna* sp. Cette plante, jouant le rôle de plante-hôte intermédiaire entre le Tabac et le Piment pour la souche de *B. solanacearum* considérée, se comporte donc comme « bridging host » selon la définition de Quanjer (47). A la faveur de telles plantes, on peut donc envisager la possibilité de voir une certaine forme de *B. solanacearum*, existant dans un milieu donné sur une plante naturellement susceptible, devenir pathogène pour une plante naturellement réfractaire. Cette éventualité de voir la virulence d'une race de *B. solanacearum* s'exalter aux dépens d'une plante à la faveur d'un « bridging host » vient compliquer singulièrement la discrimination *a priori* des plantes susceptibles d'être infectées et des plantes résistantes.

Au cours de nos recherches sur la souche de *B. solanacearum* que nous avions isolée de Tomates atteintes de « Fil », nous n'avons pas envisagé les modifications possibles de la virulence de cette souche à la suite de passages dans divers hôtes. Nous nous sommes borné à des tentatives d'inoculations directes chez divers hôtes, par piqûres à la base des tiges, en nous adressant à un certain nombre des plantes reconnues comme pouvant héberger *B. solanacearum*. Nous avons pu de la sorte faire les constatations suivantes :

1° *Plantes susceptibles* (inoculations suivies de l'apparition de symptômes analogues à ceux que nous avons précédemment décrits pour la Tomate) : Tomate (20 variétés), Pomme de terre (variété Belle de Fontenay), *Solanum texanum*, *Impatiens balsamina* et *Datura stramonium* ;

2° *Plantes réfractaires* (les inoculations ne sont suivies d'aucun trouble) : *Tropeolum majus*, *Arachis hypogea*, *Phaseolus vulgaris* (5 variétés), *Pisum sativum* (5 variétés), *Soja max* (2 variétés), *Capsicum annum*, *Nicotiana rustica* (2 variétés), *Nicotiana tabacum* (6 variétés), *Petunia violacea*, *Petunia hybrida*, *Physalis alkekengis*, *Cosmos hybrida*, *Tagetes pumila* et *Zinnia elegans*.

La non-susceptibilité du Piment que nous avons établie par voie d'inoculations expérimentales est une confirmation d'une observation effectuée par M. Bouhelier : des cultures de Piments avoisinant les terrains où le « fil » de la Tomate sévit sont indemmes.

Sans avoir envisagé d'une manière particulière quelle pouvait être l'influence des conditions de milieu sur le maintien de la virulence de notre souche de *B. solanacearum* en culture pure, nous avons pu simplement reconnaître que cette souche, soumise à des repiquages hebdomadaires sur gélose à l'extrait de bœuf peptoné depuis son isolement (avril 1932) était encore pathogène pour Tomate le 15 novembre 1932, soit sept mois après son isolement.

F. — VOIES DE PÉNÉTRATION DE LA BACTÉRIE DANS LES PLANTES

a). PAR LES STOMATES.

Nous avons tenté sans succès d'infecter des plants de Tomate en déposant sur les feuilles un inoculum consistant en une suspension aqueuse de bactéries prélevées sur une culture jeune. La pénétration de *B. solanacearum* par les stomates des plantes, reconnue comme étant parfois possible par Miller et Harvey (31), Uyeda (62) et Bryan (2) ne put cependant être réalisée sur Tomate et Tabac par ce dernier auteur.

b) Par des lésions des organes aériens.

1° En déposant sur des feuilles une suspension aqueuse de bactéries, puis en lésant les tissus sous-jacents par piqûres à l'aide d'une aiguille, nous n'avons obtenu que de rares lésions étroitement limitées aux régions avoisinant les piqûres (taches brunes nécrotiques de 2-5 mm. de diamètre) ;

2° L'inoculation possible de la bactérie par des insectes se nourrissant du feuillage des plantes qu'ils fréquentent a été prise en considération par Smith (54), Wager (68), etc...

3° Les plaies résultant des pincements auxquels on soumet normalement la Tomate seraient la voie de pénétration habituelle de la bactérie provoquant le « fil », d'après Chrestian (3,4) et Maire (27). Dans le même ordre d'idée, Hunger (16), considère que la contamination du Tabac peut s'effectuer par les plaies résultant des ébourgeonnages.

Nous avons pu constater qu'à la suite d'un pincement d'une plante saine à l'aide d'un instrument ayant précédemment servi à cette même opération sur une plante présentant des symptômes très évolués de la maladie du « fil », aussi bien que par dépôt de quelques gouttes d'une culture jeune de *B. solanacearum* sur des plaies de tailles effectuées aseptiquement, il était, en effet, possible de reproduire les symptômes de la maladie du « fil » sur les plantes ainsi traitées.

Toutefois, malgré les conditions de milieu éminemment favorables à l'infection qui se trouvaient réalisées dans nos essais (plantes placées sous cloche, en milieu très humide s'opposant à la cicatrisation rapide des plaies de taille), nous avons pu établir : 1° que la proportion des plantes contractant l'affection à la suite de ces opérations était généralement faible : quatre cas sur vingt-cinq à la suite de pincements de plantes saines à l'aide d'un scalpel ayant servi à la même opération sur des plantes malades ; huit cas sur vingt-cinq à la suite du dépôt de *B. solanacearum* en culture pure sur des plaies de taille aseptiques ; 2° que les plantes infectées par cette voie ne manifestent que très lentement les symptômes caractéristiques de la maladie du « fil ». Deux mois se sont, en effet, écoulés avant la mort des plantes ainsi infectées, tandis que des plantes inoculées à titre comparatif par piqûres à la base des tiges ou par voie souterraine périrent en moins de six semaines. L'examen des tiges des plantes ainsi inoculées par des plaies de taille nous a d'ailleurs révélé que la progression de la bactérie depuis ces plaies vers la base des plantes était très lente. En aucun cas, nous n'avons pû constater que les bactéries aient pût atteindre le niveau du collet. Il devient facile d'expliquer de la sorte que des plantes ainsi inoculées par plaies aient pû dans plusieurs cas nous donner de nouvelles pousses saines à la suite d'un recépage à peu de distance du collet pratiqué sur des plantes dont toutes les portions élevées étaient nettement en voie de flétrissement.

c) Par des lésions des organes souterrains.

Il nous semble que cette voie de pénétration pour *B. solanacearum* est la plus fréquente et la plus rapide. Nous avons pû réaliser, en effet, des inoculations suivies de cent pour cent d'infection en procédant à l'arrosage du sol, à l'aide d'une suspension aqueuse de *B. solanacearum*, sur des Tomates cultivées en pots, dont le système radiculaire avait été préalablement lésé (contusion de grosses racines ou radicelles brisées). Des témoins, soit soumis aux mêmes mutilations, mais non arrosés avec une suspension bactérienne, soit arrosée avec une suspension bactérienne, mais dont le système radiculaire fut laissé intact, demeurèrent indemnes. C'est d'ailleurs très rapidement (en moins de quinze jours) que les premiers symptômes de la maladie sont manifestés par les plantes ainsi inoculées, leur mort complète survenant au bout de quatre à six semaines.

La possibilité pour *B. solanacearum* de s'introduire dans les plantes à la faveur de lésions de leurs organes souterrains est un fait bien établi. Ces lésions peuvent tenir, dans les conditions naturelles, à diverses causes :

1° *Les opérations culturales* : binages et surtout transplantations au cours desquelles les ruptures de radicelles sont inévitables : Bryan (2), Hunger (16.17), Hutchinson (18), Johson (23), Nolla (37), Nowell (38).

2° *Les champignons parasites du système radiculaire et du collet des plantes* : Hunger (17), considère pour cette raison que les Tomates attaquées par des *Phytophthora* sont particulièrement susceptibles d'être envahies par *B. solanacearum*.

3° *Les insectes et nématodes s'attaquant aux organes souterrains* jouent certainement à cet égard un rôle très important (Hunger (16-17), Hutchinson (18), Johnson (23), Nolla (37), etc...) D'ailleurs, Hunger considère que le plus souvent c'est *Heterodera radicicola* qui détermine l'infection de la Tomate par *B. solanacearum*.

La très grande facilité d'infection des plantes par *B. solanacearum* à la suite de lésions de leur système radiculaire s'explique facilement étant donné la persistance de la bactérie dans le sol, en l'absence de ses hôtes Honing (11), Nakata (35), Palm (45), Jochems (20). Il a même été établi que cette persistance pouvait se prolonger au moins quatorze mois (Nakata (35)) et que la bactérie pouvait exister dans le sol à de grandes profondeurs : 1 mètre d'après Palm (45) et même 1 m. 80 d'après Jochems (20).

G. — INFLUENCE DU MILIEU SUR LA MALADIE

L'humidité du sol, laquelle se trouve conditionnée largement par les conditions météorologiques locales, joue un très grand rôle, aussi bien sur la bactérie que sur l'évolution des maladies qu'elle détermine.

Palm (45) a démontré l'existence d'une corrélation très étroite entre l'humidité du sol et l'importance des attaques de *B. solanacearum* sur Tabac. Maximum lorsque le sol est saturé d'eau, l'infection et même la survie de l'organisme sont impossibles lorsque le taux d'humidité du sol tombe au-dessous de 7 à 8 %. Nakata (35) a d'ailleurs précisé davantage cette notion en tenant compte de l'influence de la nature physique du sol : en sol sableux, la survie de *B. solanacearum* exige un taux d'humidité supérieure à 2,5 % ; en sol argileux, ce taux ne doit pas être inférieur à 9,7 %.

La nécessité d'une assez forte humidité dans le sol pour que la bactérie puisse s'y maintenir constitue une contradiction apparente avec l'observation très généralement faite que la mortalité des plantes atteintes par *B. solanacearum* est particulièrement grande au cours de périodes sèches (Cook (5), Hunger (16), Johnson (23), Smith et Godfrey (56), etc...) Mais comme l'a fait judicieusement remarquer Van der Meer (65), si une certaine humidité du sol est nécessaire pour que la bactérie puisse *attaquer* les plantes, il est clair que c'est durant une période sèche que le flétrissement amenant la mort des plantes sera particulièrement rapide.

Compte tenu de cette nécessité d'une humidité du sol suffisante pour que l'infection des plantes par *B. solanacearum* soit possible, il est facile de comprendre que c'est au cours d'une saison pluvieuse succédant à une saison sèche que la maladie sévit d'une manière particulièrement intense sur Tomate (Nolla, 37) et que les années pluvieuses soient des années à « fil », d'après les observations de Chrestian (4) en Algérie. Maire a d'ailleurs précisé que c'est à la faveur d'une coïncidence entre la « période critique pour l'infection », manifestée par la Tomate au moment de la mise à fruits, et un temps humide et froid que les attaques de « fil » sont particulièrement graves.

H. — MOYENS DE LUTTE

1° Mesures destinées a détruire la bactérie dans le sol.

a) *Stérilisation partielle du sol.* — La présence de la bactérie dans le sol à de grandes profondeurs, ainsi que Palm et Jochems l'ont établie, constitue un obstacle sérieux à toute tentative de destruction de l'organisme par les procédés économiquement applicables en plein champ.

Kuyper (26) a pû constater que le pourcentage d'infection des Tabacs dans les couches à semis pouvait être ramené de 44,9 % à 29,1 % par stérilisation à la chaleur (80-100° C. durant 45-60 minutes). Thung (59) a également obtenu de bons résultats en incorporant une solution de 400 gr. de chaux et 5 grammes de sulfate d'ammonium dans deux litres d'eau, à dix

litres de sol fortement infecté. Il ne s'agit là que d'essais réduits ne pouvant pas être transposés économiquement dans le domaine de la pratique des cultures en plein champ. De nombreux produits ont été essayés pour tenter la destruction de la bactérie dans le sol : sels cupriques, formol, bichlorure de mercure, permanganate de potasse, acide phénique, sulfate de fer, soufre, chaux, chlorure de chaux, etc... sans aucun résultat satisfaisant (Honing (10-15), Garner, Wolf et Moss (8), Miller et Harvey (31), etc...)

b) *Enrichissement du sol en microorganismes antagonistes à l'égard de B. solanacearum.* — Nakata (35) a pû reconnaître que *B. solanacearum*, bien que capable de se maintenir quatorze mois dans le sol, pouvait y être l'objet d'actions antagonistes à l'égard de son développement de la part de nombreuses espèces bactériennes vivant normalement dans le sol. Il a donc proposé d'engager la lutte contre parasite en enrichissant le sol en ces microorganismes antagonistes à l'égard de *B. solanacearum*. Une telle mesure pourrait sans doute être envisagée par l'incorporation au sol de substances favorisant le développement de ces antagonistes. C'est, en effet, sur ces bases que s'expliqueraient les bons effets résultant de l'emploi d'engrais verts pour lutter contre la Gale commune de la Pomme de terre, d'après Millard et Taylor : aux dépens de ces engrais verts, il se développe de nombreux microorganismes jouant un rôle antagoniste à l'égard du parasite : *Actinomyces scabies*.

c) *Assainissement du sol.* — En maintenant le taux d'humidité du sol au-dessous de la limite compatible avec la survivance de *B. solanacearum*, on devrait pouvoir diminuer considérablement les chances de contamination. Il est, en effet, très généralement reconnu que c'est en sols compacts, très humides, que la parasite sévit avec le plus d'intensité (Hutchinson (18), Nölla (37), Nakata (35), etc...)

d) *Désinfection des eaux d'irrigation.* — Le transport de la bactérie par les eaux d'irrigation a été reconnu très fréquemment comme étant une source d'infection importante. Honing (12) a proposé de détruire les bactéries pouvant se trouver dans les eaux d'irrigation par adjonction d'une dose moyenne de 50 grammes de permanganate de potasse par mètre cube d'eau, cette dose devant être bien entendu augmentée lorsque les eaux sont riches en matières organiques oxydables, ces dernières détournant à leur profit les propriétés oxydantes du permanganate qui sont à la base de ses effets bactéricides.

2° Mesures destinées a s'opposer a la pénétration de la bactérie dans les plantes.

a) *Traitements cupriques des plaies de taille.* — La grande importance que Chrestian et Maire ont attaché à la pénétration possible de la bactérie par les plaies de pincement les ont conduit à préconiser la pratique de cette

opération en s'entourant de grandes précautions pour éviter le transport du germe d'une plante malade aux plantes saines (désinfection des doigts à l'aide d'une solution de sulfate de cuivre). Ils ont conseillé dans le même but de procéder à un traitement à la bouillie bordelaise après le pincement, le jet de pulvérisation étant dirigé d'une façon toute spéciale sur les plaies de pincement.

b) *Désinfection du système radiculaire des plantes avant leur mise en place.* — Cette opération, pratiquée par immersion de la base des plantes dans une solution d'Uspulun à 0,25 % a été reconnue par Tucker (61) comme détruisant radicalement la bactérie sans porter préjudice aux plantes qui y sont soumises (Tomates).

c) *Lutte contre les parasites des organes souterrains des plantes.* — D'après les résultats de nos essais d'inoculations par lésions des organes souterrains des plantes, et compte tenu des nombreuses observations qui ont démontré que c'est par cette voie que *B. solanacearum* pénètre le plus souvent dans les plantes, auxquelles nous avons fait allusion plus haut, il nous semble que c'est par la recherche des moyens de protection du système souterrain des plantes contre les attaques d'Insectes et Nématodes que la protection des plantes doit être entrevue tout spécialement. Nous signalerons à cet égard que Chrestian (4) a pu faire état des bons résultats obtenus dans la défense de Tomates contre le « fil » à la suite d'un apport de 15 grammes de sulfate de fer par pied, mesure qui avait été appliquée en vue de protéger ces plantes contre les attaques de « vers gris ».

d) *Possibilités de transmission de la bactérie par les semences.* — Des recherches de Palm (41) sur Arachide ont montré à cet auteur que *B. solanacearum* pouvait être isolé des enveloppes du fruit et que cette bactérie pouvait pénétrer dans le funicule, parfois même dans les téguments de la graine, mais qu'elle ne se rencontrait jamais dans les tissus de l'embryon.

Nakata (35) a établi que la bactérie perdait sa vitalité au bout de quelques jours sur graines de Tabac.

Des fruits récoltés par M. Bouhelier sur Tomates ayant été détruites par le « fil », nous ont montré que les graines que nous avons cultivées à partir de ces fruits étaient exemptes de bactéries : aucune des 500 plantules issues de ces graines ne s'est révélée malade.

La grande sensibilité de *B. solanacearum* à la dessiccation, ainsi que les recherches de Nakata (35) l'ont spécialement démontrée, explique facilement l'impossibilité pour cette bactérie de se maintenir longtemps viable sur les semences.

3° Mesures diverses, d'ordre cultural.

a) *Influence de la fumure et de la réaction du sol.* — Est-il possible

d'éviter la contamination des plantes par *B. solanacearum* en leur appliquant certains types de fumure ?

Honing (11) a reconnu que, même lorsqu'elles se trouvent placées dans des conditions nutritives idéales, les plantes demeurent sujettes aux attaques de la bactérie (Tabac).

Roles (49) recherchant l'influence de la nutrition sur la résistance de la Tomate à *B. solanacearum*, a constaté que si les plantes les plus vigoureuses semblent être moins sujettes que les plantes chétives au début de l'infection, il n'en résulte pas moins que les unes et les autres succombent finalement. Il constata qu'aucune des formes d'azote, acide phosphorique et potasse employées ne modifiait le degré de sensibilité des plantes.

Nakata (35) a reconnu que la maladie ne sévissait sur Tabac que dans des sols dont la réaction était strictement limitée entre pH 6,0 et pH 8,1. Cependant Garner, Wolf et Moss (8) n'ont pas constaté de résultats nets sur Tabac à la suite d'apports d'engrais tendant, soit à alcaliniser le sol (carbonate de potasse, scories, nitrate de soude, tourteaux de coton, chaux éteinte), soit à l'acidifier (sulfate de potasse, superphosphate, sulfate d'ammoniaque, bisulfate de sodium). Tout au plus, ont-ils pû constater que si des réactions alcalines sont généralement favorables à l'organisme, les réactions acides *retardent* son développement.

Il semble donc qu'une intervention sur la nutrition des plantes ne peut conduire à des résultats satisfaisants dans leur protection contre les attaques de *B. solanacearum*.

b) *Modifications dans l'assolement.* — En ne cultivant durant cinq années que des plantes non susceptibles d'être attaquées par *B. solanacearum*, telles que céréales et graminées fourragères, patate, trèfle rouge, Garner, Wolf et Moss (8) déclarent qu'il est possible de voir disparaître le parasite au bout de ce délai et de pouvoir ensuite restituer le terrain aux cultures habituelles. Sidenius (33) a signalé qu'une Légumineuse fourragère à développement très vigoureux et résistante à *B. solanacearum* : *Mimosa invisa* réduisait considérablement les chances d'infection par *B. solanacearum* lorsqu'on la cultivait durant une période de neuf années en terrain contaminé : non seulement cette plante amène la mort de la bactérie par inanition (toute autre plante que *Mimosa invisa* ne peut se développer, étant étouffée par le développement envahissant de cette Légumineuse) en l'absence de ses hôtes, mais de plus, le sol se trouve enrichi en azote par cette plante qui constitue un excellent engrais vert. Une telle mesure est difficile à envisager dans la pratique courante, une jachère de neuf ans étant le plus souvent impossible à réaliser économiquement.

c) *Décalage dans l'époque habituelle de culture d'une plante sensible.* — Par cette mesure, préconisée par Chrestian et par Maire, on peut cher-

cher à hâter le cycle normal de développement de la Tomate, de façon à éviter que la période critique pour l'infection (mise à fruit) ne vienne coïncider avec la saison pluvieuse favorisant l'activité de la bactérie. Au nombre des moyens pouvant être envisagés pour modifier de telle sorte le cycle évolutif de la Tomate, on peut songer à l'accroissement notable de précocité que manifestent les plants issus de graines récoltées sur des plantes soumises à la fécondation croisée volontaire.

d) *Utilisation de porte-greffes résistants.* — *Solanum torvum*,, d'après Nolla (37) et *Solanum mammosum*, d'après Nowell (38), pourraient être employés comme porte-greffes pour Tomate, Aubergine ou Piment, compte tenu de la résistance du système radiculaire de ces plantes à *B. solanacearum*.

e) *Bonne hygiène des cultures.* — L'assainissement du sol, la destruction des plantes malades, des plantations à grands écartements (Rolfs, 49) sont des mesures qui doivent être réalisées pour éviter l'extension et la perpétuation de la bactérie dans les milieux où elle sévit.

4° Recherche de variétés résistantes.

Jusqu'à présent, la recherche de variétés résistantes n'a pas fourni de résultats bien encourageants en ce qui concerne tout au moins la Tomate.

Dès 1898, Rolfs (49) pû cependant constater qu'il semblait exister certaines différences de susceptibilité entre les diverses variétés commerciales de Tomate.

Mendiola et Ocfemia (30), aux Philippines, établirent qu'aucune des variétés commerciales de Tomates, Aubergines et Piments qu'ils éprouvèrent ne manifesta une résistance suffisante.

Nolla (37), à Porto-Rico, expérimentant sur vingt-trois variétés de Tomate, a établi qu'une variété ne présente une résistance pratiquement satisfaisante que si le pourcentage des plantes atteintes reste inférieur à 30 % ; seuls trois types de la variété « Marglobe » donnent satisfaction dans ces conditions (23 à 30 % seulement de plantes atteintes).

Nous avons éprouvé à Versailles (plantes cultivées en pots, en serre), le comportement des vingt variétés commerciales suivantes : Abondance, Alliés, Chemin, Fiaschello, Jaune grosse lisse, Joffre, Kondine, Marmande, Merveille des Marchés, Mikado écarlate, Pierrette, Ponderosa, Précoce des Halles, Première, Profusion, Reine des hâtives, Roi Humbert, Rouge grosse lisse, San Marzano et Trophy. Aucune de ces variétés ne s'est montrée réfractaire (infections par piqûres à la base des tiges et par lésions du système radiculaire).

Il se peut que des types résistants soient discernables au sein de certaines variétés commerciales dont la pureté génétique est le plus souvent douteuse. Toutefois, comme l'a fait remarquer Stanford (57), il ne faut guère compter

sur l'obtention automatique de tels types résistants en faisant choix comme porte-graines de plantes demeurées saines au sein d'une plantation infectée : de telles plantes n'ont, en effet, le plus souvent qu'échappé à la maladie sans y être véritablement résistantes.

L'appréciation de la résistance effective d'un certain type à la maladie est singulièrement délicate, étant donné que selon les conditions climatériques régnant au cours de la végétation, la gravité des attaques peut considérablement varier. C'est ainsi que Garner, Wolf et Moss (8) ont pû constater, dans le cas du Tabac, qu'un certain type manifestant une résistance relativement élevée au cours d'une année sèche (moins de 10 % de mortalité) était complètement détruit au cours d'une année humide.

Versailles, 19 décembre 1932. (*à suivre*).

BIBLIOGRAPHIE

1. Ashby (S.-F.). — Bacterial wilt disease of Bananas (*Kew Bull. Miscell. Inform.*, 1927, p. 14-18).
2. Bryan (M.-K.). — A Nasturtium wilt caused by *Bacterium solanacearum* (*Journ. Agric. Res.*, t. 4, p. 451-457, 1915).
3. Chrestian (P.). — Les principales maladies cryptogamiques des cultures maraîchères de l'Algérie (*Congr. Nat. pour la lutte contre les ennemis des cultures*, Lyon, p. 231-238, 1927).
4. — Les maladies de la Tomate primeur sur le littoral algérois et les moyens de les combattre (*Congr. Assoc. Franç. Avanc. Sciences*, Alger, 1930 ; manuscrit communiqué par l'auteur).
5. Cook (M.-T.). — The southern bacterial wilt in New Jersey (*Phytopathol.* t. 4, p. 277-278, 1914).
6. Deighton (F.-C.) — Report on the Mycological Section (*Ann. Rept. on the Mycol. Sect.* ; *Repts. Lands and Forests Dept. Sierra Leone for the year* 1928, p. 17-19, 1929).
7. Edwards (W.-H.). — Botanical Division (*Ann. Rept. Mauritius Dept. of Agric. for the year* 1927, p. 17-19, 1928).
8. Garner (W.-W.), Wolf, (F.-A.) et Moss (E.-G.). — The control of Tobacco wilt in the Flue-Cured District. (*U. S. Dept. Agric., Bull.* n° 562, 1927).
9. Hansford (C.-G.). — Tomato diseases and their control (*Jamaïca Dept of Agric., Microbiol. Circ.* N° 3, of 1923, 1924).
10. Honing (J.-A.). — De oorzaak der slijmziekte an proeven ter bestrijding. (*Meded. van het Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, t. 5, p. 1-19, 1910).
11. — De oorzaak der slijmziekte an proeven ter bestrijding., II (*Meded. van het Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, t. 5, p. 169-185, 1911).
12. — De oorzaak der slijmziekte an proeven ter bestrijding., III (*Meded. van het Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, t. 5, p. 343-358, 1911).
13. — Beschrijving van de Deli-Stammen van *Bacillus solanacearum* Smith, de oorzaak der slijmziekte. (*Meded. van het Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, t. 6, p. 219-250, 1912.)

FIG. 1. — Aspect présenté par une Tomate deux semaines après inoculation par piqûre à la base de la tige.

FIG. 2. — La même plante, six semaines après inoculation.

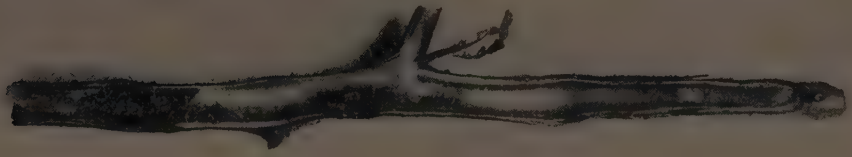


FIG. 3. — Section longitudinale de la tige de la plante représentée par la figure 2, montrant le brunissement des régions envahies par *B. solanacearum*.

La maladie du « Fil » de la Tomate (*Bacterium solanacearum* E.-F. Smith)

F. LABROUSSE. — *Essais sur la Technique Bactériologique en Pathologie Végétale.*

14. — Verslag over der ontsmettingsproeven van zaadbedden op slijmziekte gronden met eenige chemicaliën. (*Meded. van het Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, t. 7, p.1-11, 1912).

15. — Ueber die Identität des *Bacillus nicotianae* Uyeda mit dem *Bacillus solanacearum* Smith. (*Recueil Trav. Bot. Néerlandais*, t. 10, p. 85-136, 1913).

16. Hunger (F.-W.-T.). — Overzitcht der ziekten en beschadigingen van het blad bij Deli-Tabak. (*Meded. 's Lands Plantentuin*, n° 47, 1901).

17. — Een Bacterie-ziekte der Tomaat. (*Meded. uit 's Lands Plantentuin*, n° 48, p. 4-57, 1901).

18. Hutchinson (C.-M.). — Rangpur Tobacco wilt. (*Mem. Dept. Agric. in India, Bact. ser.*, t. 1, p. 67-83, 1913).

19. Jochems (S.-C.) et Maas (J.-G.-J.-A.). — Slijmziekte in de *Hibiscus cannabinus* op Sumatra's Oatkast. (*Teysmannia*, t. 32, p. 542-546, 1922).

20. Jochems (S.-C.). — Verslag van het Deli Proefstation over I Januari 1926, 31 december 1926 (*Meded. Deli Proefstat. te Meda-Sumatra*, ser. II, n° 45, p. 11-16, 1927).

21. — Vier nieuwe waardplanten van *Bacterium solanacearum* EFS (*Bull. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, ser., II, n° 27, p. 29-32, 1928).

22. — Verslag van het Deli Proefstation over het jaar 1931 (*Meded. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, ser. II, n° 74, 1932).

23. Johnson (J.). — Tobacco diseases and their control. (*U. S. Dept. Agric. Dept.*, Bull. n° 1256, 1924).

24. Jorstad (I.). — Beretning om plantesykdommer i land-og havebruket 1920-21. I. Landbruksvekster og Gronnsaker (79 pp., 1922).

25. Krueger (A.-P.) et Alsberg (C.-L.). — A metabolic study of *Bacteriumum solanacearum*. (*Proc. Soc. Exp. Biol. and Medic.*, t. 21, p. 534, 1924).

26. Kuyper (J.). — Verslag van het Deli Proefstation over het jaar 1928 (*Meded. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, ser. II, n° 40, 1929).

27. Maire (R.). — Deux maladies des Tomates en Algérie (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, t. 23, p. 119-120, 1932).

28. Meier (F.-C. et Link (G.-K.-K.) — Potato brown rot (*U. S. Dept. Agric. Circ.*, n° 281, 1923).

29. Meurs (A.). — Ziekten der Tabak (*Meded. Deli Proefstat, te Medan-Sumatra*, sér. II, n° 73, p. 5-19, 1931).

30. Mendiola (N.-B.) et Ocfemia (G.-O.). — The work of breeding disease resistant crope plants at the College of Agriculture at Los Banos (*Philippine Agricult.*, t. 15, p. 117-128, 1920).

31. Miller (J.-H.) et Harvey (H.-W.). — Peanut wilt in Georgia (*Phytopathol.*, t. 22, p. 371-383, 1932).

32. Muller-Thurgau (H.) et Osterwalder (A.). — Bericht der Schweischen Versuchsanstalt für Obst- Wein- und Gartenbau in Wadenswil für die Jahre 1921-23 (*Landw. Jahrb. d. Schweiz*, Bd 38, p. 573-581, 1924).

33. Nakata (K.). — The tobacco wilt, with special reference to the cause of the disease (*Journ. Scient. Agric. Soc*, n° 294. p. 185-216, 1927).

34. —Concerning the vitality and pathogenicity of *Bacterium solanacearum* Smith, a cause of Tobacco wilt (*Journ. Scient. Agric. Soc.*, n° 296, p. 283-304, 1927).

35. — Principles for controlling Tobacco wilt (*Journ. Scient. Agric. Soc.*, n° 298, p. 389-411, 1927).

36. — Comparative studies of *Bact. sesami* with *Bact. solanacearum* and *Bact. sesamicola* (*Ann. Phytophath. Soc. of Japan*, t. 2, p. 229-243, 1930).

37. Nolla (J.-A.-B.). — Studies on the bacterial wilt of the Solanaceae in Porto-Rico (*Journ. Dept. Agric. Puerto-Rico*, t. 15, p. 281-301, 1931).

38. Nowell (W.). — Bacterial diseases of Tomatoes in St Vincent (*Agric. News*, t. 16, p. 414-415, 1917).

39. Paine (S.-G.). — An epitome of bacterial diseases of plants in Great Britain and Ireland (*Ann. Appli. Biol.*, t. 5, p. 62-76, 1918).

40. Palm (B.-T.) et Jochems (S.-C.). — Wilde planten en slijmziekte (*Vlugsch. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, n° 20, 1922).
41. Palm (B.-T.). — Aanteekenigen over slijmziekte in *Arachis hypogea* (*Meded. van het Inst. voor Plantenziekten*, n° 52, 1922).
42. — Verslag van het Deli Proefstation over 1 Juli 1922, 30 Juni 1923 (*Meded. Deli-Proefstat. te Medan-Sumatra*, sér. II, n° 29, 1923).
43. Palm (B.-T. et Jochems (S.-C.-J). — Invloed van petch tjina (*Leucaena glauca*) op de stengelverbranding van Tabak (*Vlugsch. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, n° 24, 1924).
44. Palm (B.-T.). — Verslag van het Deli Proefstation over 1 Juli 1923-31 December 1924 (*Meded. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, sér. II, n° 40, 1925).
45. — Verslag van het Deli Proefstation over 1 Januara 1925-31 December 1925 (*Meded-Deli Proefst. te Medan-Sumatra*, sér. II, n° 42, 1926).
46. Petch (T.). — Miscellanea (*Trop. Agricult.*, t. 33, p. 52, 1909).
47. Quanjer (H.-M.). — Bridging hosts (*Recueil Travaux Botaniques Néerlandais*, vol. 25a, p. 250-259, 1928).
48. Roldan (E.-F.). — Bacterial wilt of Marigold, or Amarilla (*Philippine Agricult.*, t. 15, p. 37-40, 1926).
49. Rolfs (P.-H.). — Diseases of the Tomato (*Florida Agric. Exp. Stat.*, Bull. n° 47, 1898).
50. Schwarz (M.-B.). — De invloed van de voorvrucht op het optreden van slijmziekte (*Bacterium solanacearum*) in Arachis hypogea en Enige andere gewassen (*Meded. van het Instit. voor Plantenziekten*, n° 71, 1926).
51. — Slijmziekte in de Cassave (*Teysmannia*, t. 11, p. 498-499, 1926).
52. — Voorloopige resultaten van een oriëntceerende veeljarige vruchrwisselingsproed op sawahterrein in verband met slijmziekte (*Bacterium solanacearum*) in *Arachis hypogea* (*Korte Meded. Inst. voor Plantenziekten*, n° 33, 1927).
53. Sidenius (E.). — Verslag van het Deli Proefstation over Juli 1921-30 Juni 1922 (*Meded. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, sér. II, n° 24, 1922).
54. Smith (E.-F.). — A bacterial disease of the Tomato, Eggplant, and Irish Potato (*Bacillus solanacearum* n. sp.). (*U. S. Dept. of Agricult., Div. of Veget. Physiol. and Pathol.*, Bull. n° 12, 1896).
55. — Brown rot of Solanaceae (*In Bacteria in relation to plant diseases*, vol. 3, p. 174-271, 1914).
56. Smith (E.-F. et Godfrey (G.-H.). — Bacterial wilt of Castor bean (*Ricinus communis* L.) (*Journ. Agr. Res.*, t. 21, p. 255-261, 1921).
57. Stanford (E.-E.). — Studies on resistance of Tomatoes to bacterial wilt (*North Carolina Agric. Exp. Stat.*, 40th. *Ann. Rept.*, p. 92-93, 1916-17).
58. Stanford (E.-E.) et Wolf (F.-A.). — Studies on *Bacterium solanacearum* (*Phytopathol.*, t. 7, p. 155-165, 1917).
59. Thung (T.-H.). — Phytopathologische Waarnemingen (*Proefstat. voor Vorstenlandsche Tabak, Meded.* 69, p. 21-40, 1930).
60. Tucker (C.-M.). — Report of the plant Pathologist. (*Dept. Porto-Rico Agric. Exp. Stat.*, 1923, p. 15-16, 1924).
61. — Report of the Plant Pathologist (*Dept. Porto-Rico Agric. Exp. Stat.*, 1925, p. 24-40, 1927).
62. Uyeda (Y.). — On the Tobacco disease caused by a bacteria (*Centrabl. f. Bact.*, II Abt., t. 13, p. 327-329, 1904).
63. — *Bacillus Nicotianae*, Sp. nov. ; die Ursache der Tabakwelkkrankheit oder Schwarzbeinigkeit in Japan (*Bull. Imp. Centr. Agric. Exp. Stat. Japan*, t. 1, p. 39-57, 1905).
64. Van Breda de Haan (J.). — De slijmziekte bij de Tabak in Deli (*Teysmannia*, Deil 8, p. 528-549, 1897).
65. Van der Meer (J.-H.-H.). — Invloed van den vochtigheidstoestand van den grond op de slijmziekte, veroorzaakt door *Bacterium solanacearum* E. F. S. (*Bull. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, n° 29, 1929).

66. Van Hall (C.-J.-J.). — Ziekten en plagen der cultuurgewassen in Nederlandsch-Indië in 1924 (*Meded. Inst. voor Plantenziekten*, n° 67, 1925).

67. Vriend (J.). — *Stachytarpheta* vatbaar door slijmziekte (*Vlugsch. Deli Proefstat. te Medan-Sumatra*, n° 16, 1922).

68. Wager (V.-A.). — Bacterial wilt of Potatoes (*Farming in South-Africa*, t. 6, p. 63-64, 1921).

69. Wellensiek (S.-J.). — De vatbaarheid voor slijmziekte van 32 geimporteerde Aardappelrassen (*Korte Meded. Instit. voor Plantenziekten*, n° 16, 1931).

70. Welles (C.-G.) et Roldan (E.-F.). — Solanaceous wilt in the Philippine Islands (*Philipp. Agricult.*, t. 10, p. 392-398, 1922).

71. Welles (C.-G.). — Identification of bacteria pathogenic to plants previously reported from the Philippine Islands (*Philip. Journ. of Sci.*, t. 20, p. 279-285, 1922).

72. Welles (C.-G.) et Roldan (E.-F.). — Another economic host to *Bacterium solanacearum* (*Phytopathol.*, t. 13, p. 488-491, 1923).

73. Wolf (F.-A.). — Additional hosts for *Bacterium solanacearum* (*Phytopathol.*, t. 12, p. 98-99, 1922).

SUR QUELQUES FACTEURS DE L'INFECTION DU BLÉ PAR LA CARIE, *TILLETIA TRITICI* (Bjerk), Wint.

par Mlle Gaudineau

Chef de Travaux à la Station Centrale de Pathologie Végétale, Versailles

---

A la suite des travaux poursuivis de 1928 à 1931 (1), dans le but de comparer divers traitements de la carie du Blé, nous avons cherché en 1931-1932, à compléter l'étude de certains facteurs qui influent sur le degré d'infection.

Nous avons envisagé les points suivants :

I : Date du semis ;

II : Quantité de matériel infectieux ;

III : Résistance relative des variétés de blés cultivés et de quelques autres espèces botaniques ;

IV : Origine du matériel infectieux.

I. — *Date du semis :* Les variations que nous avions observées depuis 1929 dans le pourcentage des épis cariés selon l'époque du semis avaient attiré notre attention sur l'importance de la date du semis.

L'action des gelées et des dépradations d'animaux ne nous avaient pas permis jusqu'ici de mener à bien des semis à dates très voisines ; en 1931-1932, nous avons pu arriver à ce résultat par des semis faits tous les sept jours, du 1er septembre 1931 au 6 avril 1932.

Nous avons opéré sur deux variétés : Bon Fermier, sensible à la carie, et Florence 135 qui s'était classée en 1930-31 parmi les plus résistants des blés cultivés.

La carie employée était le *Tilletia Tritici* récolté en 1931, à Versailles, sur le blé Bon Fermier, et provenait d'infections annuelles répétées depuis 1928, sur cette variété.

(1) Arnaud (G.) et Gaudineau (M.). — Le traitement de la carie du Blé (*Annales de la Science Agronomique*, nov.-déc. 1929 et janvier-février 1930 et *Annales Agronomiques*, janvier-février 1931 et mars-avril 1932).

Les « balles » de carie avaient été écrasées et tamisées ensuite sur une mousseline fine, de façon à obtenir une poudre homogène.

La dose de carie utilisée était de 0,5 gramme de poudre de carie pour 1.200 grs de Blé, quantité correspondant à un épi carié pour mille épis sains, que nous avions précédemment adoptée comme le maximum pouvant passer inaperçu dans les conditions de la pratique agricole. Le mélange intime des grains et de la carie était obtenu par une agitation prolongée dans un récipient.

TABLEAU I. — *Influence de la date du semis sur Bon Fermier*

N° des parcelles	Date des semis	Nombre d'épis			Pourcentage d'épis cariés
		sains	cariés	total	
1	2 septembre 1931	879	73	952	8,30
2	9 —	566	70	636	11,00
3	16 —	534	80	614	13,02
4	23 —	458	55	520	12,00
5	30 —	447	59	506	13,19
6	7 octobre	169	27	196	13,77
7	15 —	210	46	256	17,96
8	21 —	172	40	212	18,86
9	28 —	285	24	205	7,86
10	4 novembre	262	11	273	4,02
11	12 —	247	19	266	7,14
12	18 —	346	25	371	6,73
13	25 —	391	33	424	7,78
14	2 décembre	209	32	241	13,27
15	9 —	324	23	347	6,62
16	16 —	269	23	292	7,87
17	26 —	295	25	320	7,81
18	30 —	215	24	239	10,04
19	6 janvier 1932	261	41	302	13,57
20	13 —	147	32	179	17,87
21	20 —	234	11	245	4,48
22	27 —	194	19	213	8,92
23	3 février	261	54	315	17,14
24	10 —	231	103	334	30,83
25	24 —	118	124	242	51,23
26	1er mars	193	169	362	46,68
27	10 —	151	101	252	40,07
28	16 —	184	95	279	34,05
29	23 —				
30	30 —				
31	6 avril	ne sont pas arrivés à maturité			

TABLEAU II. — *Influence de la date du semis sur Florence* 135

N° des parcelles	Date des semis	Nombre d'épis			Pourcentage d'épis cariés
		sains	cariés	total	
1 *bis*	2 septembre 1931	107	0	107	0
2 —	9 —	111	0	111	0
3 —	16 —	275	5	280	1.78
4 —	23 —	632	6	638	0,94
5 —	30 —	745	4	759	0.53
6 —	7 octobre	538	12	550	2.1
7 —	15 —	571	28	599	4.67
8 —	21 —	695	91	786	11.57
9 —	28 —	879	41	920	4.45
10 —	4 novembre	951	22	973	2.26
11 —	12 —	580	24	604	3.97
12 —	18 —	733	13	746	1.74
13 —	25 —	701	7	708	0.98
14 —	2 décembre	541	27	568	4.75
15 —	9 —	657	14	671	2,08
16 —	16 —	805	27	832	3,24
17 —	26 —	696	3	699	0.42
18 —	30 —	686	6	692	0.86
19 —	6 janvier 1932	433	4	437	0.91
20 —	13 —	571	4	575	0.69
21 —	20 —	347	1	348	0.28
22 —	27 —	322	2	324	0.61
23 —	3 février	373	1	374	0.26
24 —	10 —	564	28	592	4.72
25 —	24 —	471	41	512	8.00
26 —	1er mars	472	24	496	4.83
27 —	10 —	427	6	433	1.38
28 —	16 —	511	4	515	0.77
29 —	23 —	502	8	510	1.56
30 —	30 —	607	3	610	0.49
31 —	6 avril	363	1	364	0.27

Les semis ont été faits en lignes d'une longueur de cinq mètres, espacés de vingt centimètres ; les grains étaient placés à une profondeur uniforme de quatre à cinq centimètres. Chaque semis comprenait deux de ces lignes, ce qui équivalait à une surface cultivée de 2 m.² 5 et la quantité de grains utilisée était calculée à la dose de 150 kgs par hectare. L'appréciation de la dose d'infection a été effectuée ainsi : un peu avant la maturité, chacun des lots a été coupé et l'on a soigneusement examiné les épis de façon à séparer les épis sains et les épis malades, ceux-ci comprenant les épis cariés seu-

lement en partie. Les tableaux I et II donnent les résultats de ces comptages pour les variétés Bon Fermier et Florence 135 respectivement.

Le graphique (1) traduit les résultats de ces tableaux ; on y remarque que les pourcentages d'infection ont varié dans le même sens pour les deux

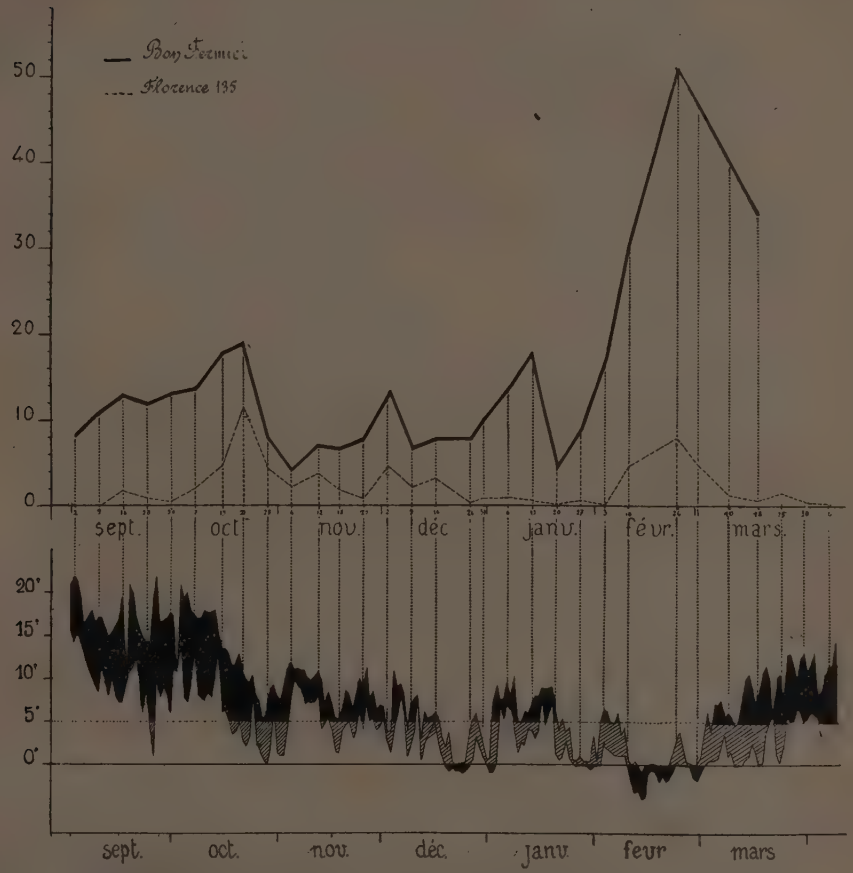


Fig. 1. — 1931-32. Influence de l'époque du semis sur l'infection des Blés Bon Fermier et Florence 135.
En bas : températures maxima et minima du sol à 5 cm. de profondeur.

blés. Les maxima en particulier ont eu lieu pour des semis de même date.

Sur ce même graphique, sont portées les températures minima et maxima dans le sol à cinq centimètres de profondeur (1).

(1) Mesures qui nous ont été communiquées par la Station Centrale de Physique et de Climatologie agricoles.

L'influence de la température sur le degré d'infection par la carie a été étudiée par différents auteurs : Faris (1924), Haine (1925), Rabien (1927)

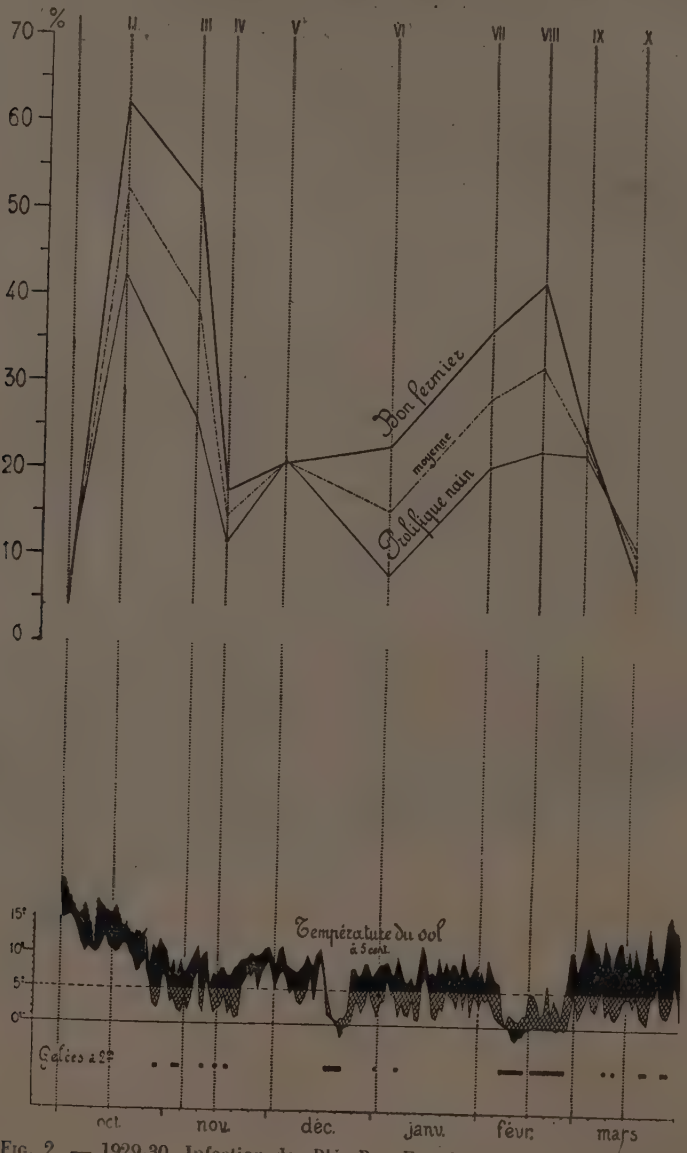


Fig. 2. — 1929-30. Infection des Blés Bon Fermier et Prolifique nain.

et Bonne (1931). Il résulte de leurs études que l'on peut considérer comme optima pour la germination du Blé les températures 26-28° et pour la carie

15-20°. De plus, en pratique, la carie n'infecterait le Blé que très difficilement au-dessous de + 5 et au-dessus de + 20°.

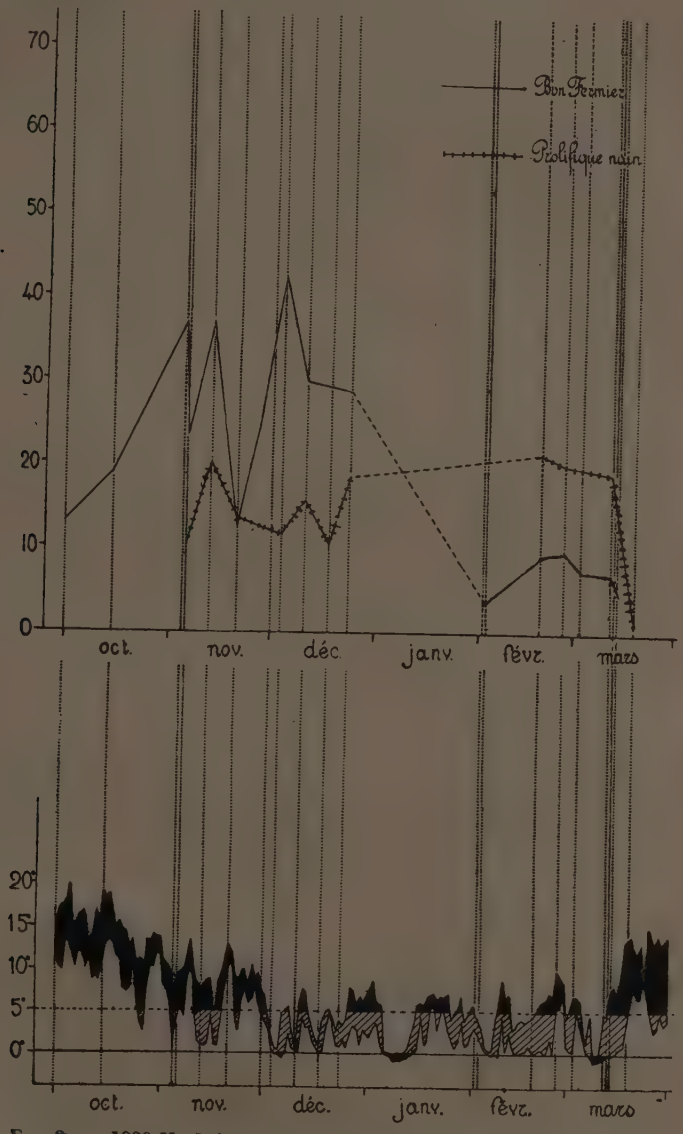


FIG. 2. — 1930-31. Infection des Blés Bon Fermier et Prolifique nain. *En bas* : températures maxima et minima du sol à 5 cm. de profondeur.

Ces données expérimentales peuvent nous permettre d'interpréter le graphique (1) dans certaines de ses parties. En particulier, les températures

du 1er septembre, jusqu'au 15 octobre 1931 ont toujours été supérieures à celles du début de 1932 : 10 février au 25 mars. Ceci nous ferait comprendre que, dans cette dernière période, se soient réalisées les conditions les plus favorables au développement de la carie.

La germination de la plante-hôte et de son parasite sont aussi sous la dépendance d'une autre caractéristique du climat : l'humidité. C'est probablement à cette donnée qu'il faudrait avoir recours pour expliquer les différences des degrés d'infection du Bon Fermier au cours des années 1930, 1931 et 1932. La comparaison des graphiques I, II et III, montre que les températures de l'automne de deux années consécutives se maintiennent à peu près dans les mêmes limites : cependant les pourcentages d'infection sont très différents. Si l'on compare entre eux les maxima de 1929 et 1930, nous avons respectivement 61,97 et 36,82 pour cent. De même, au printemps pour des températures voisines, on a des pourcentages de carie présentant de grands écarts.

Cependant, les courbes représentant les doses d'infection en fonction de la date de semis sont comparables entre elles : ce sont les semis d'automne les plus hâtifs qui présentent le moins d'épis cariés. Les infections maxima apparaissent pour les semis fin octobre-début novembre, puis fin février.

La vitesse de germination du Blé ne nous semble pas devoir expliquer les différences d'infection des Blés résistants et des Blés sensibles, tout au moins dans le cas étudié en 1931-32 du Bon Fermier et de Florence 135. Ces deux Blés ont, en effet, germé aux mêmes dates. A côté des deux facteurs chaleur et humidité qui influent directement sur la vitesse de germination du Blé, on doit donc admettre d'autres éléments en liaison avec le pouvoir germinatif des spores de carie d'une part, et une organisation spéciale des cellules des variétés résistantes d'autre part.

II. — *Doses de carie :* Les essais précédents avaient été faits à une dose de carie correspondant à 1 épi pour 1.000 épis sains.

En 1928-29, nous avions fait des essais à cette même dose et parallèlement à une dose cinq fois plus forte. Les pourcentages d'infection avaient été sensiblement les mêmes dans les deux cas :

1928-29 : Bon Fermier infecté à 1 pr. 1.000....	28,76 p. c.	et	35,06 p. c.
— — — 5 —	30,10	—	30,28 —

En 1930-31, nous avions pu obtenir des infections plus élevées avec une dose de carie double environ de la dose normale :

Bon Fermier infecté à 0,5 pr. 1.200 gr.....	36,82 p. c.	3,66	7,50
— — 1 gr. pr. 1.000 gr.....	52,59	25,74	14,22

Enfin, cette année, nous avions semé le même jour du Blé Bon Fermier infecté à la dose normale et, d'autre part à une dose dix fois plus forte.

Nous avons obtenu dans le premier cas 3,23 pour cent d'épis cariés et 48,63 pour cent dans le deuxième.

La quantité de matériel infectieux peut donc influer sur le pourcentage de maladie, surtout lorsque les conditions sont peu favorables à son développement comme cela s'est produit pour le semis du 3 décembre 1931.

Résistance des variétés de Blé. — Les essais ont été effectués dans des conditions identiques à celles qui ont été indiquées pour l'influence de la date du semis.

TABLEAU III. — *Blés d'hiver*

Semis du 21 novembre 1931		Semis du 9 décembre 1931	
Red Hussar	0.06	Red Hussar	0,07
Martin Amber	0.30	Ridit	0,95
Ridit	1.73	Hybride 40	4,17
Japhet × Alsace Leblond	5,79	Vilmorin 29	7,59
Bon Meunier	9.32	Oscar Benoist	7,85
Wilhelmine	9.47	Providence	8,75
Alliés	9.53	Wilhemine	10,26
Olympic 31	12.75	Hybride 80	11,22
Aristide Briand	10.73	Japhet × Alsace Leblond	11,97
Vilmorin 29	10.90	D.D.	12,11
Oscar Benoist	11.38	Institut Agronomique	15,52
Providence	11,88	Japhet	15,68
Olympie 31	12.75	Alliés	15,89
Japhet	12.78	Favori	16,29
Le Rigid	14.78	Vilmorin 27	17,25
Institut Agronomique	14,84	Bon Meunier	17,27
Favori	16.76	Le Rigid	17,49
Hybride 80	16,86	Bon Fermier	17,91
D.D.	19,25	Aristide Briand	18,04
Inversal	20.16	Inversal	18,44
Bon Fermier	21,74	Olympic 31	20,20
Lepeuple	22,51	Bon Fermal	20,31
Vilmorin 27	26.09	Blanc hâtif Cambier	21,82
Bon Fermal	27,08	Préparateur Etienne	23,67
Préparateur Etienne	27.14	Hâtif de Wattines	25,90
Blanc hâtif Cambier	27,36	Saissette du Maninet	27,75
Hâtif de Wattines	30,52	Lepeuple	29,26
Saissette du Maninet	32,91	Bon Fermier Briard	34,01
Bon Fermier Briard	35,08	B^2	52,63
B^2	53,90		
Menfana	59,66		

a) Deux groupes de Blés ont été essayés : les uns d'hiver, les autres de printemps. Pour chacun de ces groupes, deux séries de semis furent faites à des dates différentes. Le tableau III et le tableau IV donnent les résultats de ces essais, les variétés étant classées à chaque semis par ordre croissant d'infection.

Les Blés Red Hussar et Martin Amber qui n'avaient pas présenté de Carie dans nos essais de 1928-29 et 1929-30, ont été légèrement infectés comme en 1930-31.

La variété Martin Amber, dont nous n'avons pu faire qu'un semis, en raison de la faible quantité de grains en notre possession, n'a eu que deux épis cariés sur un nombre total de 647 épis.

La variété Red Hussar a présenté les variations suivantes aux différentes dates de semis :

21 novembre 1931	1 épi carié en partie sur 1.499
9 décembre 1931	1 épi carié en partie sur 1.271
1er mars 1932	1 épi entièrement carié et 1 en partie sur 1.161.
16 mars 1932	0 épi carié sur 323

TABLEAU IV. — *Blés de printemps*

Semis du 1er mars 1932		Semis du 16 mars 1932	
Red Hussar	0.17	Ridit	0
Ridit	0,22	Red Hussar	0
Kolbenweisen	1,74	Bankuterweisen 118	0,39
Vilmorin 29	3,89	Szekacs	1.24
Florence × Aurore	7,56	Garnet 652 Ottawa	1,43
Bankuterweisen 118	9.99	Florence × Aurore	2.30
Diamant	11.80	Extrakolben II	2.96
Vilmorin 27	12,31	Vilmorin 29	4.27
Szekacs	13,57	Kolbenweisen	4.90
Garnet 652. Ottawa	16,13	Marquis 15 Ottawa	5.31
Mentana	19.04	Diamant	6.26
Institut Agronomique	22,59	Van Hoek	11.60
Marquis 15 Ottawa	26.21	Institut Agronomique	12.41
Bon Fermier	32,87	Vilmorin 27	13.21
Reward 928 Ottawa	34.34	Bon Fermier	15.72
Van Hoek	35.88	Reward 928 Ottawa	16.27
Moyencourt 31	40 47	Moyencourt 31	17,33
B²	52.57	Aurore × Chiddam 10.	27.73
Peragis Sommerweizen	62,34	Mentana	38.02
Aurore × Chiddam 56	65,31	Aurore × Chiddam 52	41.28
Aurore × Chiddam 52	66.93	Aurore × Chiddam 56	41.75
Aurore × Chiddam 10	74.67	Peragis Sommerweisen	46.75
		B²	49.90

Ces deux Blés ne présentent pas d'intérêt au point de vue agricole ; leur résistance élevée pourrait amener à les utiliser dans des croisements.

Après ces deux Blés, se classe la variété Ridit obtenue en 1918, aux Etats-Unis par GAINES (croisement de la variété australienne résistante Florence et de Washington Turkey). Comme l'indiquent les tableaux III et IV, elle s'est montrée à tous les semis la plus résistante des variétés cultivées :

Semis du 21 novembre 1931 : 1,73 pour cent
— 9 décembre 1931 : 0,95 pour cent
— 1er mars 1932 : 0,22 pour cent
— 16 — — 0

Ces chiffres concordent avec ceux qui avaient été obtenus en 1930-31.

Parmi les variétés de printemps, il en est trois à signaler en raison de leur plus grande résistance : ce sont Florence × Aurore, Szekacs et Kolbenweisen.

b) Espèces diverses de *Triticum* : Nous avons fait sur diverses espèces de *Triticum*, des essais d'infection avec la carie dans les mêmes conditions que pour les variétés de *T. vulgare*. Pour certaines, nous n'avons pu faire qu'un seul semis, en raison de la faible quantité de grains à notre disposition.

TABLEAU V. — *Infection de diverses espèces de Triticum*

	Semis du			
	21 novembre	9 décembre	1er mars 1932	16 mars 1932
T. monococcum L. Engrain double	0			
T. durum Desf. Sbei N° 7	0,99		0	
T. durum Mahmoudi aP3	3,39	0	1,25	1,20
T. durum var. *caerulescens* Jenah Rhetifah			10,30	6,22
T. polonicum L.	4,39			
T. turgidum L. Poulard du Milanais	22,63	10,01	2,73	6,50
T. dicoccum : noir Chebral, ligne 6	38,83			
T. sphaerococcum	47,22			
T. Spelta Epeautre	34,41			
T. compactum Hort				
Hérisson sans barbe		78,26		
Enrico toti		56,96		
Chili velu		23,17		

Le tableau V donne les pourcentages d'épis cariés ; on peut remarquer parmi les espèces les plus résistantes *T. monococcum*, *T. durum* et *T. polonicum*. Les trois variétés de *T. compactum* ont, au contraire, été très attaquées. Il est à noter aussi que chez *T. durum* et *T. turgidum*, les semis de printemps ont été moins atteints que ceux d'hiver.

Ces résultats concordent avec ceux qui ont été obtenus par Von Kirchner en 1916 et, plus récemment, par Dillon Weston (1932).

c) Aegilops : Nous avons essayé d'infecter les deux espèces d'Aegilops que nous avons pu avoir à notre disposition : *Aegilops triuncialis* et *Aegilops ventricosa* Tausch.

Les grains avaient été débarrassés à la main de leurs enveloppes, puis enrobés dans la poudre de carie.

L'*Aegilops triuncialis* n'a pas été attaqué ; l'*Aegilops ventricosa* nous a donné un grand nombre de grains cariés. La récolte trop tardive et la désarticulation des épis ne nous ont pas permis d'établir le pourcentage d'épis cariés.

L'aspect des épis cariés n'était pas modifié par l'attaque et on ne pouvait constater celle-ci qu'après avoir mis les grains à nu.

Cette infection de l'*Aegilops ventricosa* a été obtenue en 1931 par Reichert, en Palestine.

Origines diverses de Tilletia tritici. — Nous avons cherché à étudier les virulences relatives de la carie suivant la provenance des spores.

Par l'intermédiaire de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes, nous avons obtenu du matériel infectieux ayant été récolté en 1931, en différentes régions de France et de quelques pays étrangers (1).

Voici celles que nous avons essayées :

Origine française :

Carie récoltée dans l'Aisne sur Blé Chiddam de mars.

Carie récoltée à Colmar.

Carie récoltée à Dijon.

Carie récoltée à Versailles sur Blé Bon Fermier, c'est celle que nous avions utilisée dans les essais déjà indiqués.

Origine étrangère :

Allemagne	: Carie	n° 3	: provenant de	Cosel ober Schlesien.
—	—	n° 8	—	Breslau.
—	—	n° 13	—	Halle.
Suisse	—	n° 18	—	Zurich.
Suède	—	n° 23	—	Lyndgby.

(1) Les caries de provenance étrangère sont dues à l'obligeance du Dr Roemer.

TABLEAU VI

Bon Fermier

% plantes cariées		% épis cariés	
Halle	61,59	Halle	51,17
Versailles	56,15	Versailles	48,63
Zurich	44,70	Zurich	33,71
Cosel	19,01	Breslau	14,09
Dijon	16,21	Cosel	13,73
Breslau	15,62	Lyngby	11,31
Lyngby	14,63	Colmar	11,16
Colmar	13,45	Dijon	8,75
Aisne	5,60	Aisne	4,25

B²

% plantes cariées		% épis cariés	
Breslau	54,10	Breslau	56,36
Halle	50,23	Halle	47,62
Cosel	33,08	Cosel	31,17
Versailles	27,19	Versailles	23,89
Aisne	24,69	Lyngby	17,54
Lyngby	17,89	Zurich	17,04
Dijon	14,94	Aisne	16,57
Zurich	14,83	Dijon	13,97
Colmar	9,50	Colmar	9,07

Red Hussar

% plantes cariées		% épis cariés	
Cosel	23,31	Cosel	14,03
Breslau	15,15	Breslau	9,06
Halle	5,78	Halle	3,69
Zurich	2,16	Zurich	1,07
Lyngby		Lyngby	
Versailles		Versailles	
Aisne	0	Aisne	0
Dijon		Dijon	
Colmar		Colmar	

Ces caries d'origine étrangère avaient toutes été récoltées en 1931 sur Blé Panzar III.

Nous avons choisi pour ces essais trois variétés de Blé, l'une très sensible B^2, l'autre très résistante Red Hussar, et nous avons adjoint la variété Bon Fermier comme terme de comparaison, car nous l'avions prise dans tous nos précédents essais.

Nous avons opéré le mélange du Blé et de la poudre de carie par agitation comme il a été indiqué plus haut. Nous avons employé 5 grs. de carie pour 1.200 grammes de Blé, c'est-à-dire dix fois la dose utilisée dans nos essais concernant les autres facteurs. Le semis a été fait grain à grain, le 3 décembre 1931, en lignes de 1 m. 50 de long et à raison de trente grains par ligne ; chacun des essais comportait un nombre minimum de huit lignes.

A maturité, les résultats ont été mis en évidence par des comptages de deux sortes :

a) des plantes cariées (1),

b) des épis cariés.

Les pourcentages d'éléments malades par rapport au total d'éléments récoltés sont indiqués dans le tableau VI ; les diverses caries sont distinguées par le lieu de leur provenance. Elles sont classées dans chaque cas par ordre décroissant d'infection. On peut remarquer tout d'abord que les différences de virulence sont surtout sensibles sur le Blé Red Hussar. Pour ce Blé, très résistant, le classement obtenu est le même dans les deux sortes de comptages.

On peut rapprocher de ces résultats ceux qui ont été obtenus par le Dr Roemer (1928), sur blés Hussar et General von Stocken, cette variété pouvant être mise en parallèle avec notre Bon Fermier. Les chiffres suivants indiquent les pourcentages de plantes cariées :

Variété de blé	Cosel	Breslau	Halle	Lyngby	Zurich
Hussar	50	46	1	19	0
Gener. von Stocken	93	89	93	88	66

Feucht (1932), a signalé aussi que sur la variété Hohenheimer 77, les caries les plus virulentes ont été celles de Cosel et de Breslau.

De même, des essais faits par Reichert, en Palestine en 1930, sur des Blés américains, tels que Ridit, Hussar, Martin et White Odessa ont montré la virulence la plus grande des caries de Breslau et de Cosel.

(1) Comptages effectués par les soins de M. Alabouvette, directeur de la Station centrale d'Amélioration des plantes.

Si l'on considère le Blé résistant Red Hussar, ce sont les caries des mêmes provenances qui ont donné le maximum d'infection.

Il semble donc que, dans des conditions différentes de climat, la virulence se maintienne constante.

RESUMÉ

1° Les semis effectués toutes les semaines avec un blé sensible, Bon Fermier, et un blé résistant, Florence 135, ont montré en 1931-32, par comparaison avec les années précédentes une prédominance des infections de printemps.

Les conditions optima d'infection ont été réalisées pour les semis des 21 octobre et 24 février, dates qui sont voisines de celles observées pour les maxima des années précédentes.

2° La quantité de matériel infectieux influe sur le pourcentage de blé carié.

3° Les blés Red Hussar, Martin Amber et Ridit se sont montrés très résistants.

Parmi les espèces diverses de *Triticum*, le *T. monococcum* et *T. durum* ont été les plus résistants.

L'*Aegilops ventricosa* a pu être infecté.

4° Des caries de provenances diverses ont montré des différences de pouvoir infectieux marqué sur une variété de blé résistant, Red Hussar.

La carie provenant de Cosel, s'est montrée la plus virulente, ensuite viennent celles de Breslau et de Halle.

BIBLIOGRAPHIE

(*Complément de l'Index paru dans les travaux indiqués, p.* 1)

1928 : Roemer (Th.). — Gibst er biologische Typen, von steinbrand (*Till. tritici*), des Weizens. (*Kuhn-Archiv.*, Bd. 19, 1-10).

1930 : Bodine (E.-W.) et Durrell (L.-W.). — Inoculation of wheat with *Tilletia levis* (*Phytopathology*, vol. 20, p. 663).

Nieves (R.). — Ensayos comparativos de resistencia a la *Tilletia laevis* Kuhn con Trigos argentinos e importados, communes y de pedigree (*Bol. Min. Agric. Nat.* Buenos-Aires, xxix, 3. pp. 297-316).

Hanna (W.-F.) and Popp (W.). — Bunt of Wheat in Western Canada (*Scient. Agric.*, xi, 4, pp. 200-207, 1 graph., 2 maps).

Marchal (E.). — Le facteur météorologique dans l'évolution des maladies cryptogamiques (*Rev. Gén. Hort.*, 8 (86), 1402-1404).

1931 : Aamodt (O.-S.) — Varietal trials, physiologic specialization and breeding spring wheat for resistance to *Tilletia tritici* and *T. laevis* (*Canadian Journ. of Res.*, V. 5, pp. 501-528, 13 graphs).

Abramoff (I.-N.). — [Disinfection of seeds with sawdust impregnated with formalin] (*Plant Protection*, Leningrad VIII, 2, pp. 155-159).

Blattny (T.). — Mazlava snet zitwa (*Ochrana Rostlin*, XI, 3-4, p. 139), (*R. A. M.*, XI, p. 233).

Bogoyavlensky (A.-A.). — Tests of dust fungicides for the control of cereal smuts), (*Plant protection*, Leningrad, VII, 5-6, pp. 371-375, 1931), (*R. A. M.*, XI, 290).

Bressman (E.-N.). — Varietal resistance, physiologic specialization and inheritance studies in bunt of Wheat (*Oregon Agric., Exp. St. Bull.*, 281, 44 pp., 6 figs., 2 diags., 1 map. 1931).

Bressman (E.-N.). — Rye infected with bunt of wheat (*Phytopathology*, 21 (4), 437-440, 2 figs.)

Churchward (I.-G.). — Studies in the inheritance of resistance to bunt in a cross between Florence × Hard Federation wheats (*Journ. Proc. Roy. Soc. New South Wales*, LXIV, pp. 298-319, 1 graph.)

Davydoff (P.-N.). — A new method of seed disinfection (*Plant protection*, Leningrad, VIII, 4 pp., 415-420, 1 fig. (*R. A. M.*, XI, 290).

De Paolis (C.). — Esperiente sul trattamento del Grano con anticrittogamici a base di sali di mercurio (*Boll. R. Staz. Pat. Veg.* n. s. XI, 2, p. 158).

Hanna (W.-F.) and Popp (W.). — The control of bunt of Wheat by seed treatment (*Dept. Dominion Botanist for the year* 1930. *Div. of Botany, Canada Dept. of Agric.*, pp. 68-69 (*R. A. M.*, XI, p. 289).

Haskell (R.-J.), Leukel (R.-W.) and Boerner (E.-G). — Stinking smut (bunt) in wheat and how to prevent it (*U. S. Dept. of Agric. Circ.*, 182, 20 pp., 9 figs. (*R. A. M.*, XI, 232).

Milan (A.). — L'alterazione della forma sulle spiche di grano colpite dalla carie (*Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, n. 3, XXXVII, pp. 585-588, (*R. A. M.*, XI, 631).

Nemelienko (E.). — Lutte contre *Tilletia tritici* au moment de la Jarovisation (*Bull. de Jarovisation*, nos 2-3, pp. 81-86, sept. 1932, Odessa).

Nieves (R.). — Resistencia comparativa a la *Tilletia levis* Kühn del trigo en la Argentina (*Phytopath.*, V. 21, pp. 705-727, July 1931).

Petit (A.). — Observations sur la Carie du Blé (*Ann. Serv. Bot. de Tunisie*, VII, pp. 101-103).

Reichert. — *Tilletia tritici* on *Aegilops* (*Trans. Brit. Mycol. Soc.*, XVI, 2-3, pp. 133-135) (*R. A. M.*, XI, 300).

Schutz (W.). — Uber die Einwirkung von Beizmitteln auf Keimung und Wachstum des Weizens (*Bot. Arch.*, XXXIII, 1-2, pp. 199-256, 1 fig., 26 graphs.) (*R. A. M.*, XI, 169).

Stranak (Fr.) and Novak (St.). — Désinfection des semences de céréales (*Recueil des travaux des Instituts de Recherches Agronomiques de la République Tchécoslovaque*, 5 V., 76 vol.).

Twentyman (R.-L.). — Experiments on the control of « stinking » smut or bunt. Part. 2, Tests of the dry copper powders (*Journ. Dept. Agric. Victoria* XXIX, 5, pp. 235-248, 6 figs., 1 graph.) (*R. A. M.*, X, 781).

Zade (A.). — Der latente Pilzbefall und seine Folgeerschemingen mit Bezug auf Sorten immunität und Reizwirkung (*Fortsc. der Landw.*, VI, 12, pp. 388-391).

1932 : Bodnar (S.) et Terenyi (A.). — Biochemie der Brandkrankheiten der Getreide arten. IV. Mitteilung Wirkungsmechanisms der Quecksilbersalze auf die Weizensteinbrandsporen (*Tilletia tritici*, Bjerk Winter (*Hoppe, Seyler's Zeitschr. für Physiol. Chemie*, CCVII, 1-2, pp. 78-92) (*R. A. M.*, XI, 501-502).

Bonne (C.). — Ergebnisse mit dem Kurzbevzverfahren in der Praxis (*Fortschr. der Landw.*, VII, 6, pp. 161-165, 2 figs).

Bressmann (E.-N.). — Susceptibility and resistance of wheat varieties to bunt (*Journ. Amer. Soc. Agron.*, 4, pp. 249-255, 1 fig.) (*R. A. M.*, XI, 565).

Briggs (F.-N.). — Inheritance of resistance to bunt, *Tilletia tritici*, in crosses of White Federation with Turckey Wheats (*Journ. of Agric. Res.*, vol. 44, n° 2, p. 121).

Dillon Weston (W.-A.-R.). — The relative resistance of some wheat varieties to *Tilletia caries* (D. C.). Tul. -*T. tritici* (Bjerks Wint (*Annals of Appl. Biol.* XIX, 2, p. 35-54).

Douvine (M.-S.). and Simsky (A.-M.). — Adhesiveness of dusts (*Angew. Bot.*, XIV, 1. pp. 33-78) (*R. A. M.*, XI, 441).

Feucht (W.). — Die Wirkung des Steinbrandes *Tilletia tritici* (Beerkander) winter und *T. factens* (Berkeley and Curtis), Tulasne auf verschiedene Winterveizen sorten bei kunstlicher Infektion in Ihrer Althangigkheit von ausseren Faktoren (*Phytopathology, Zeitschrift*, IV, 3, pp. 247-290, 1 fig., 3 diagr., 1 graph.) (*R. A. M.*, XI, 564-565).

Flor (H.-H.). — Heterothallism and Hybridization in *Tilletia tritici* and *T. levis* (*Journ. Agric. Res.*, XLIV, 1, pp. 49-58).

Flor (H.-H.). — The production of bunt chlamydospores in the vegetative tissue of the wheat plant (*Phytopath.*, XXII, 7, pp. 661-664, 2 figs.)

Flor (H.-H.). — The effect of delayed planting on the control of bunt by copper carbonate dust (*Phytopath.* XXII, 7, pp. 651-655).

Friedrichs (G.). — Ein Jahr Uberwachung der Lohnsaatbeizstellen in Westfalen (*Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst* XII, 7, pp. 53-54) (*R. A. M.*, XI, 707).

Hechele (E.-E.). — Lutte contre les maladies cryptogamiques au moment de la Jarovisation (*Bull. de Javorisation*, n^{os} 2, 3, pp. 69-80, sept. 1932, Odessa).

Leczczenko (P.). — Tests of new material for the disinfection of cereal seed-grains against smut fungi) (*Trans. Phytopath. Sec. Stat. Inst. Agric. Sci. in Bydgoszcz*, II, pp. 77-86, 1 pl.) (*R. A. M.*, XI, 706).

Milan (A.). — Le infezioni con *Tilletia* ottenute per traumac il grano di recttivita dei tipi di Grano (*Nuovo Giorn. Bot. Ital.* II. s., XXXIX, 1, pp. 90-108, 2 graphs) (*R. A. M.*, XI, 630-631).

Smith (W.-K.). — The effect of different temperatures on the reaction of Hope Wheat to bunt (*Phytopath.*, XXII, 7, pp. 615-627, 1 graph.).

Supper (R.). — Ueber die Wirkung von Trockenbeizen (*Zeitschr. für Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz*, XL, II, 7-8, pp. 319-350) (*R. A. M.*, XI, 707).

Tornow (Elisabeth). — Einwirkung und Nachweis der Quecksilbers bei der Beizung der Saatguts (*Phytopath. Zeits.*, IV, 6, pp. 631-637) (*R. A. M.*, XI, 706).

Winkelmann (A.). — Untersuchungen über die Haftfäghkeit von Trockenbeizmitteln (*Angew. Chemie.*, XLV-12, pp. 238-241) (*R. A. M.*, XI, 502).

Zade (A.). — Neue Untersuchungen über den latenten Pilzbefall und zeinen Einfluss auf die Kulturpflanzen (*Fortschritte der Landwirtschaft.*, 7 Jahrg Heft 21, 1 November).

ESSAIS DE TRAITEMENTS DES ARBRES FRUITIERS ET DE LA VIGNE

par G. Arnaud

Directeur-adjoint de la Station centrale de Pathologie Végétale, Versailles

Ces essais ont eu pour but d'étudier l'efficacité relative de divers procédés de traitement sur les *Tavelures du Pommier* et *du Poirier* et sur le *Mildiou de la Vigne*. Ils ont été exécutés dans les champs d'expériences de la Station Centrale de Pathologie végétale, au Centre de Recherches Agronomiques de Versailles, par Mlle Gaudineau et M. J. Barthelet, chefs de travaux, pendant l'année 1932. (En annexe, on a rappelé quelques résultats obtenus pendant l'année précédente).

Les produits utilisés ont été la bouillie bordelaise à 1 et 2 pour cent (suivant les cas) de sulfate de cuivre (plus chaux nécessaire pour obtenir le bleuissement du papier de tournesol) et un liquide à base de cuivre colloïdal que nous désignerons sous le nom de *Bouillie B. C. C.* Ce dernier, livré à l'état « liquide », a été employé à des dilutions variant suivant les traitements et qui seront indiquées plus loin. Il contenait avant dilution 12,5 pour cent de cuivre.

L'état sanitaire des lots a été noté à deux ou trois dates différentes (11 août, 12 septembre et 7 octobre). Ces notes vont de 0 à 20, sans qu'il y ait concordance dans la valeur absolue de l'échelle entre les trois notations qui ont été faites par des personnes différentes.

1° TAVELURE DU POIRIER

(*Fusicladium pirinum* ou *Venturia pirina*)

A. — Essais de 1932

Les traitements ont été faits avec la bouillie bordelaise à 2 p. cent de sulfate de cuivre pour tous les traitements et avec la bouillie B. C. C. à une dilution variable suivant l'époque.

Il a été fait quatre traitements, dont deux avant la floraison, le premier ayant paru trop hâtif par suite d'un ralentissement anormal dans le développement des fleurs ; ces opérations ont eu lieu aux dates suivantes :

	B. bordelaise	Bouillie B. C. C.
Traitement I (16 avril 1932)	à 2 pour cent	1/200e
— I *bis* (26 avril 1932)	—	—
— II (14 mai 1932), chute des pétales..	—	1/300e
— III (4 juin 1932).....	—	1/400e

Sur les variétés principales (tableau I) on a fait un nombre variable de traitements, comme il est indiqué dans le tableau ; pour les variétés secondaires (tableau II), tous les arbres ont reçu les quatre traitements.

Variétés. — Les variétés traitées ont été surtout :

Doyenné d'hiver (en contre-espalier, sans abris).
Passe-Crassane (en fuseau, en plein air).
Beurré d'Hardenpont (en fuseau, en plein air).
Doyenné du Comice (en fuseau, en plein air),

plantées en quatre rangées parallèles ; le *Doyenné d'hiver* et le *Beurré d'Hardenpont* sont des variétés très sensibles à la tavelure ; la *Passe-Crassane*, et surtout le *Doyenné du Comice* sont des poiriers relativement résistants. Dans ce verger, de plantation récente, seuls le *Doyenné d'hiver* et la *Passe-Crassane* ont donné des fruits. Le *Doyenné du Comice* n'ayant présenté de tavelure ni sur feuilles ni sur rameaux n'a pas été mentionné dans le tableau des résultats.

Des essais moins complets ont été exécutés sur d'autres variétés, mais ces dernières n'ont, pour la plupart pas donné de fruits (à l'exception de *Louise-Bonne*).

Développement de la maladie. — La maladie s'est développée avec une intensité assez grande en 1932, mais cependant sans atteindre la gravité qu'elle a eue d'autres années, par exemple en 1931. Malgré cela, en 1932, les fruits de *Doyenné d'hiver* non traités ont été réduits fortement en volume, crevassés et complètement inutilisables (fig. 1) ; les fruits des arbres ayant reçu les quatre traitements à la bouillie bordelaise étant presque toujours complètement sains et parfaitement développés (fig. 2).

TABLEAU I

TAVELURE DU POIRIER SUR LES VARIETES PRINCIPALES. — Tableau de l'état sanitaire des lots d'expériences (état des dégâts aux époques considérées : 11 août et 7 octobre 1932).

Nota : Dans chaque colonne le chiffre de gauche correspond à la notation du 11 août, celui de droite au 7 octobre.

	Doyenné d'hiver						Passe-Crassane						Beurré d'Hardenpont					
I. — *Témoins :*	Fruits		Feuilles		Rameaux (1)		Fruits		Feuilles		Rameaux (1)		Fruits		Feuilles		Rameaux (1)	
Lot A	10	7	15	12	19	14	14	12	19	19	19	14			12	10	19	5
Lot B	10	7	17	14	19	18	10	13	19	17	19	19			13	12	19	10
Moyennes	8,5		14,5		17,5		12,25		18,5		12,75				11,75		13,25	
II. — *Traitement partiel* (1 à 3 pulvérisations). (Bouillie bordelaise à 2 pour cent).																		
a) Traitement I, 16 avril	10	6	19	19	19	19			19	19	19	19			14	10	19	6
b) Traitement I et I *bis*, 16 et 26 avril	19	13	19	19	19	18	19	13	19	19	19	19			12	12	19	14
c) Traitement II, 14 mai	15	13	19	19	19	19	17	15	19	19	19	19			13	12	19	14
d) Traitement I, II et III. (Pour 4 tr., voir le 1er lot ci-dessous)	17	17	19	19	19	19	15	18	19	19	19	19			17	14	19	14
III. — *Traitement complet* (4 pulvérisations).																		
Bouillie bordelaise — 1er lot (3)	19	17	19	19	19	19	14	14	19	19	19	19			15	17	19	18
Bouillie bordelaise — 2e lot			19	19	19	19	19	19	19	19	19	19			18,5	18	19	19
Bouillie bordelaise — 3e lot	19	19	19	18	19	19	15	13 (2)	19	19	19	19			18	17	19	19
Moyennes	19		18,75		19		16,5		19		19				17 85		19	
Bouillie B. C. C. — 1er lot	16	13	19	18	19	19	17	13	19	19	19	19			16	14	19	13
Bouillie B. C. C. — 2e lot			19	18	19	18	19		19	18	19	18			16	13	19	13
Moyennes	14,5		18,5		18,75		16,3		18,75		18,75				14,75		16	

(1) Rameaux de l'année seuls notés.

(2) Ce lot comprenait un petit nombre de fruits, dont deux fortement tavelés, avaient probablement échappé aux traitements, soit par accident, soit par suite d'une floraison tardive, d'où la note inférieure du lot, quoique les autres fruits fussent sains. Un troisième lot de passe-crassane, en contre-espalier, sans abris, a obtenu la note générale 19, avec quatre traitements à la bouillie bordelaise.

(3) Ce lot isolé des deux autres n'a pas été utilisé dans la moyenne.

TABLEAU II

TAVELURE DU POIRIER SUR VARIETES DIVERSES. — (Les quatre traitements : 1, 1 *bis*, 2, 3, comme ci-dessus, mêmes notations que pour le tableau précédent).

Nota : Ces essais avaient surtout pour but de contrôler l'efficacité relative des deux produits et comme la plantation ne comprenait que quatre arbres de chaque variété, il n'avait pas été laissé de témoins non traités.

Nature des produits utilisés / Organes où la maladie a été notée		Beurré Diel	Duchesse d'Angoulême	Beurré Hardy	Louise-Bonne	Beurré d'Amanlis	Bon-Chrétien Williams	Beurré Giffard
Bouillie bordelaise	feuilles	18	18	18	19	19	19	19
	fruits	17			19			
	rameaux (1) ..	19	19	19	19	19	19	19
Bouillie B. C. C.	feuilles	18	18	18	19	18	19	17
	fruits				15			
	rameaux (1) ..	19	19	19	16	19	19	19

(1) Rameaux de l'année seuls notés.

CONCLUSION DES ESSAIS SUR LA TAVELURE DU POIRIER. — Les résultats précédents montrent qu'en 1932, comme les années précédentes, l'*efficacité des traitements de printemps à la bouillie bordelaise a été très nette*. Avec quatre traitements, on a réussi à préserver d'une façon complète les fruits de *Doyenné d'hiver*, variété très sensible et considérée comme pratiquement incultivable dans la région si l'on n'utilise pas les traitements ou les espaliers avec chaperons.

Il en a été de même pour la *Passe-Crassane*, sauf pour un lot où deux fruits très tavelés avaient dû échapper au traitement, probablement parce qu'ils dérivaient de fleurs tardivers.

Les lots qui ont reçu un nombre de traitements inférieurs à quatre ont été, en général, moins bien protégés, mais l'insuffisance de ces traitements incomplets a été moins marquée que d'autres années ; elle paraît s'être accentuée à la fin de la saison, lorsqu'il n'y avait eu qu'un ou deux traitements.

Il convient de relever que les traitements cupriques préservent même, en partie, les organes développés après leur exécution et, par suite n'ayant pas reçu de traitements. Les traitements bien faits opèrent dans une cer-

taine mesure une espèce de désinfection de l'arbre qui limite le développement ultérieur de la maladie.

La bouillie B. C. C. a eu une efficacité nettement plus faible, mais elle contenait, après dilution, une proportion de cuivre inférieure. On pourrait, il est vrai, augmenter la concentration, mais de petites brûlures constatées parfois sur le pommier (non sur le poirier), font craindre qu'une bouillie plus concentrée ne soit pas sans danger pour certaines plantes. Il faut, du reste, considérer qu'au point de vue économique, ce n'est pas la quantité de cuivre utilisée qui importe, mais le prix du produit, et la bouillie B. C. C. est vraisemblablement beaucoup plus chère que le sulfate de cuivre pour un même poids de métal pur.

B. — Essais de 1931

Les traitements ont utilisé la bouillie bordelaise à 2 pour cent de sulfate de cuivre. Par suite des dégâts de diverses chenilles, on a été amené à faire des pulvérisations à l'aséniate de plomb seul ou mélangé à la bouillie. Lorsque l'arséniate a été employé seul, il a été répandu sur tous les arbres, y compris les témoins.

Les essais ont été faits sur la plantation qui a été indiquée pour les essais de 1932.

Les traitements ont été effectués aux époques suivantes :

1° Traitement (30 mars) : arséniate de plomb à 0.25 p. c. (début du bourgeonnement) ;

2° Traitement (9 avril) : bouillie bordelaise à 2 p. c. et arséniate de plomb à 0,25 p. c. (avant floraison) ;

3° Traitement (11 mai) : même bouillie bordelaise arsenicale (après floraison) ;

4° Traitement (27 mai) : même bouillie bordelaise arsenicale.

Résultats. — La tavelure a été surtout développée sur les Poiriers *Doyenné d'hiver* (en contre-espalier, sans abris).

Les arbres non traités avaient des fruits tavelés, très petits, crevassés et absolument inutilisables, analogues à ceux de la figure I.

Les poires ayant reçu les trois traitements à la bouillie bordelaise étaient pour les trois quarts parfaitement saines ; les autres fruits étaient un peu tavelés, mais ils sont arrivés en assez bon état à la récolte, et étaient encore utilisables, quoique leur apparence ne fut pas parfaite.

En 1931, la tavelure avait été très développée et les essais ont montré que dans ces conditions, même sur les variétés très sensibles, l'exécution de trois traitement de printemps, à la bouillie bordelaise, assurait une protection pratiquement suffisante des fruits.

2° TAVELURE DU POMMIER

(*Fusicladium dendriticum* ou *Venturia inaequalis*)

A. — Essais de 1932

Les traitements ont été faits avec la bouillie bordelaise à 1 pour cent de sulfate de cuivre (et non à 2 pour cent comme chez le Poirier), ou avec la bouillie B. C. C. plus ou moins diluée suivant l'époque.

Sur tous les arbres traités, il a été fait trois traitements aux dates ci-dessous :

	B. bordelaise	Bouillie B.C.C.
	—	—
Traitement I (13 mai)	à 1 pour cent	1/200e
— II (31 mai)	»	1/300e
— III (13 juin)	»	1/400e

Brûlures. — De légères brûlures ont été causées par la bouillie B. C. C. sur les feuilles de *Calville blanc*. Elles sont devenues visibles le 15 juin et ont été probablement produites par le traitement du 13 juin. Elles consistaient en de petites altérations de moins d'un millimètre, entourées d'une auréole rouge-violacé ; elles n'ont pas amené la mort des feuilles, malgré leur nombre assez grand, et n'ont pas affecté le développement des arbres qui ont continué à pousser très vigoureusement ; mais, ces altérations indiquent que l'on est arrivé, près de la concentration maximum utilisable sur cette variété de pommier. Les autres variétés (voir ci-dessous) n'ont pas été altérées ; elles se sont montrées du reste résistantes à la tavelure. Ici, il y a eu concordance entre la résistance à la tavelure et celle aux brûlures, contrairement à ce qui a été constaté en Amérique pour certaines autres variétés.

Variétés. — Les essais ont été faits sur pommier en cordons ; malheureusement ces arbres, jeunes et vigoureux, ont donné trop peu de fruits pour que l'importance de la maladie ait pu être appréciée sur ces organes ; de plus, seule la variété *Calville blanc* a été atteinte par la tavelure d'une façon appréciable. Les résultats obtenus sont donc très incomplets. Les variétés traitées sont les suivantes :

Calville blanc	sensible à la tavelure et aux brûlures.
Reinette du Canada grise Reinette du Canada blanche Api rouge Astrakan Grand Alexandre	ni tavelure, ni brûlures.

Développement de la maladie. — Sur la variété sensible, la tavelure s'est développée avec une intensité assez grande, comme pour le poirier, mais inférieure à celle de 1931.

TABLEAU III

RESULTATS OBTENUS SUR POMMIER *CALVILLE BLANC*

(3 traitements)

(Notations du 11 août, 12 septembre, 7 octobre 1932)

	Feuilles			Rameaux		
1° Bouillie bordelaise à 1 p. cent.						
1er lot	19	17	17	19	19	19
2e lot	18,5	18	19	19	19	19
Moyennes générales		17,75			19	
2° Bouillie B. C. C. 1/200, 1/300, 1/400.						
1er lot	18,5	16	12	19	19	19
2e lot	17	16	12	19	19	19
Moyennes générales		15,25			19	

Conclusions des essais sur la tavelure du pommier. — Les résultats sont analogues à ceux qui ont été obtenus sur le poirier, mais ils sont moins complets, et il s'est posé la question des brûlures. La bouillie B. C. C. s'est montrée efficace, mais nettement inférieure à la bouillie bordelaise.

B. — Essais de 1931

Les traitements contre la Tavelure ont été faits à la bouillie bordelaise (1 à 3 traitements), mais à cause de la présence de diverses chenilles, l'arséniate de plomb a été utilisé seul ou en mélange avec le premier produit.

1er Traitement : 30 mars (Arséniate de plomb seul à 0,25 p. c.) pour tous les arbres (début du bourgeonnement) ;

2e Traitement : 5 mai (début de la floraison). Bouillie bordelaise à 1 p. c. de sulfate de cuivre.

3e Traitement : 23 mai (fin de la floraison). Bouillie bordelaise à 1 p. c., plus 0,25 pour cent d'arséniate de plomb ;

4e Traitement : 11 juin (comme pour le 3e).

La maladie ne s'est développée que sur *Calville blanc* (feuilles et rameaux, pas de fruits). Les arbres ayant reçu les trois traitements à la bouillie bordelaise ont eu leurs feuilles et rameaux entièrement protégés contre la tavelure ; les témoins ont été assez fortement attaqués sur les feuilles ; les arbres n'ayant reçu qu'un seul traitement ont présenté quelques altérations ; ceux qui ont été traités seulement le 5 mai, ont eu des taches tardives sur leurs feuilles ; au contraire, les arbres ayant reçu le 3e (23 mai), ou le 4e traitement (11 juin) présentaient en été de vieilles taches qui paraissaient antérieures aux pulvérisations.

L'arséniate de plomb a produit de légères brûlures sur les feuilles de *Calville blanc*, et n'a pas altéré celles des *Reinettes du Canada*, de l'*Api rouge*, etc...

3e MILDIOU DE LA VIGNE

(*Plasmopara viticola*).

Les traitements ont été faits avec la bouillie bordelaise à 2 pour cent de sulfate de cuivre (pour tous les traitements) ou avec la *bouillie B. C. C.* à 1/300e ; ils ont été exécutés aux dates ci-dessous :

6 juin 1932 ;
28 juin 1932 ;
11 juillet 1932 ;
13 août 1932 ;
16 septembre 1932.

On sait que, dans la région parisienne, le Mildiou se développe tardivement à cause du manque de chaleur au printemps ; les plus grands dégâts se produisent souvent dans la deuxième partie de l'été (août et septembre) ; cependant, chez les espaliers bien exposés, il peut se produire des attaques très graves sur les grappes dès le milieu de juin ; c'est pourquoi les traitements ont été échelonnés.

En 1932, le Mildiou a débuté, dans la région, sur des espaliers tournés vers le sud, le 24 juin ; il s'est développé ensuite par périodes irrégulières, sauf pendant les jours chauds et secs d'août et du début de septembre. Les attaques hâtives ont été peu graves.

Variétés. — Les essais ont été faits sur cinq rangées de Vigne, en contre-espaliers, en plein air, sans abri et présentant les variétés suivantes :

2 rangées d'*Aramon* ;
1 rangée de *Chasselas* et de *Pinot fin de Bourgogne* ;
2 rangées de *Carignan*.

On peut remarquer que la plupart de ces cépages ne sont pas susceptibles de mûrir leurs raisins sous le climat parisien ; mais ils ont été adoptés pour que les observations soient comparables à celles qui ont été faites dans le Midi de la France où ces vignes sont très cultivées.

Du reste, en plein air, même les variétés normalement cultivées dans la zone nord de la Vigne (*Pinot*, *Chasselas*), mûrissent très mal dans notre plantation.

Développement de la maladie. — Comme pour les Tavelures, précédemment étudiées, on peut considérer que le développement du Mildiou a été assez intense sans atteindre la gravité des années les plus favorables au parasite, années ne correspondant pas toujours avec celles où les tavelures sont graves, car ces dernières sont moins exigeantes au point de vue de la température. Toutes les variétés indiquées ci-dessus ont été attaquées assez fortement.

Conclusions des essais sur le traitement du Mildiou de la Vigne. — Les pousses développées au début de l'automne (et, par suite, n'ayant reçu aucun traitement) ont été sensiblement atteintes sur les feuilles et les rameaux, il n'en a pas été tenu compte dans les notations, leur importance étant pratiquement nulle.

Les résultats indiqués au tableau IV permettent de tirer les conclusions suivantes :

1° Cinq traitements à la *bouillie bordelaise* ont permis d'assurer la protection pratiquement parfaite des grappes et des rameaux, et une protection excellente des feuilles ;

2° La *bouillie B. C. C.* employée dans les mêmes conditions a présenté une efficacité notable, mais nettement inférieure à celle de la bouillie bordelaise ; les dégâts observés sont intermédiaires entre ceux des lots témoins et ceux des lots traités à la bouillie bordelaise. Sans attacher d'importance trop grande aux chiffres, on peut dire que la Bouillie B. C. C. a eu une efficacité égale à la moitié ou aux deux tiers de celle de la Bouillie bordelaise. Il est probable, du reste, que pendant les années de très fortes invasions, la supériorité de la bouillie bordelaise serait plus sensible.

(Il en serait de même avec des traitements mal faits et utilisant une quantité insuffisante de liquide).

TABLEAU IV

ETAT SANITAIRE DES VIGNES

(Notations des dégâts du Mildiou aux 12 août, 12 septembre et 7 octobre 1932)

	Aramon						Carignan					
	Feuilles			Raisins			Feuilles			Raisins		
Témoin 1er lot	13	8	10	10	5	5	12	7	6	12	4	5
Témoin 2e lot	17	6	9	14	8	5	10	5	6	10	3	5
Moyennes	10,5			7,8			7,6			7,5		
Bouil. bord. 1er lot	17	19	18	17	19	19	19	16	17	19	19	19
Bouil. bord. 2e lot	17	16	18	19	19	19	18	17	17	19	19	19
Moyennes	17,5			18,6			17,3			19		
Bouil. B.C.C. 1er lot	17	12	15	13	15	14	16	7	13	12	12	10
Bouil. B.C.C. 2e lot	17	13	15	14	15	14	16	13	14	12	10	13
Moyennes	14,8			14,1			13,1			11,5		

	Chasselas						Pinot					
	Feuilles			Raisins			Feuilles			Raisins		
Témoin 1er lot	15	7	6	14	5	5						
Témoin 2e lot							17	5	5	19	6	5
Moyennes	9,3			8			9			10		
Bouil. bord. 1er lot	19	18	17	19	19	18						
Bouil. bord. 2e lot							17	17	17	19	19	19
Moyennes	18			18			17			19		
Bouil. B.C.C. 1er lot	19	14	13			12						
Bouil. B.C.C. 2e lot							17	15	14	19	10	
Moyennes	15,5						15,3			14,5		

Théoriquement, en augmentant le nombre de traitements à la bouillie B. C. C., il serait possible d'en améliorer l'efficacité ; mais l'augmentation du prix de main-d'œuvre rend ce système inutilisable.

Fig. 1 et 2. — Fruits des Poiriers *ayant reçu quatre traitements* à la bouillie bordelaise (var. Doyenné d'hiver), réduits de 1/5e. (Nota : les fruits photographiés présentaient des taches grises, résultant d'une formation liégeuse superficielle, normale chez la variété).

Fig. 3 et 4. — Fruits des Poiriers *non traités* (var. Doyenné d'hiver) réduits de 1/5e.

G. Arnaud. — *Essais de traitements.*

Résumé

Des essais faits au Centre de Recherches agronomiques de Versailles, il résulte qu'en 1932, la bouillie bordelaise a donné d'excellents résultats contre les tavelures du poirier (avec trois traitements à 2 pour cent) et du pommier (avec trois traitements à 1 pour cent) et contre le Mildiou de la Vigne (avec cinq traitements à 2 pour cent), sans causer de brûlures (pour les fruits, feuilles et rameaux, en particulier pour les poiriers *Doyenné d'hiver* et *Passe-Crassane*, et pour toutes les variétés de Vigne étudiées), ni d'altérations (les fruits du pommier n'ayant pas été étudiés). En particulier, sur les Poiriers *Doyenné d'hiver*, très sensibles à la Tavelure, en plein air, les résultats ont été remarquables.

La Bouillie B. C. C. au cuivre colloïdal a présenté une efficacité notable, mais nettement inférieure à celle de la bouillie bordelaise ; pour le moment, ce produit ne présente pas d'avantage pratique.

ENQUÊTE SUR LES DÉPÉRISSEMENTS DE LA LAVANDE

par J. Bordas, P.-H. Joëssel et Et. Anrès

(Station d'Agronomie et de Pathologie Végétale d'Avignon)

SOMMAIRE

I. — *Introduction*, p. 368.

II. — *Les différentes lavandes*, p. 369.
Caractères botaniques ; Habitat ; Utilisation industrielle.

III. — *Enquêtes sur le dépérissement de la lavande.*
A. Enquête et observation sur place. — Interprétation, p. 371 ; *B.* Enquête bibliographique, p. 376.

IV. — *Examen des échantillons aux laboratoires.*
A. Analyses des terres des lavanderaies et interprétation, p. 377 ; *B.* Etude pathologique des plants de lavande, p. 379.

V. — *Conclusions*, p. 382.

I. — INTRODUCTION

Parmi les plantes aromatiques du Midi de la France, la Lavande est une des plus répandues. Considérée comme rustique, on a cru pouvoir étendre sa culture devenue fort rémunératrice après la guerre (les prix de l'essence ont atteint, en effet, de très hauts courts jusqu'à 325 francs le kilo).

Mais depuis une dizaine d'années on a constaté un peu dans toutes les régions depuis le Dauphiné jusqu'à la Méditerranée, un dépérissement général des plantations de Lavande. Certaines lavanderaies furent même abandonnées dès les premières années.

Actuellement, du fait de la crise économique et de la concurrence des produits de synthèse, l'essence de Lavande a atteint des prix très bas (70 francs, le kilo). Cet état de chose vient encore aggraver la situation des producteurs de lavande.

La Station d'Avignon a été chargée au début de 1932 de l'étude des dépérissements de la lavande. L'enquête faite cet été dans les différents centres de production, et des observations sur place et au laboratoire, nous

permettent de présenter sur cette question une première étude d'où l'on peut tirer quelques conclusions assez précises.

II. — LES DIFFÉRENTES LAVANDES

Nous ne ferons que rappeler, dans ce chapitre les caractères botaniques essentiels, l'étude plus complète de cette question ayant été traitée par ailleurs (1, 2, 3).

Les Lavandes sont de petites plantes ligneuses de la famille des Labiées atteignant environ soixante-dix centimètres de hauteur. On connait quatre types principaux.

1° La Lavande vraie (*Lavandula officinalis. Lavandula vera* D. C.). — Les rameaux sont herbacés, dressés, à feuilles sessiles, entières, aiguës et recouvertes d'un duvet blanchâtre quand elles sont jeunes. Les fleurs sont disposées en une sorte d'épi composé ; elles sont bleues à corolle bilabiée ; le fruit est brun. La Lavande vraie, la seule qui nous intéresse dans cette étude pousse à l'état spontané sur le versant nord (ubac) des collines élevées (400 à 1.000 m.) de la région du Sud-Est (Var, Dauphiné, Comtat Venaissin. Haute Provence).

On distingue deux formes de Lavande vraie, nées de facteurs écologiques : *Lavandula Delphinensis* et *Lavandula fragrans*. La première a des rameaux florifères plus longs, plus robustes. L'essence est plus riche et plus fine que celle de *L. fragrans*. Elle pousse dans le Dauphiné, tandis que *L. fragrans* est répandu en Provence et dans le Comtat où le climat est plus chaud.

2° L'Aspic (*Lavandula latifolia*) diffère de la précédente par des ramifications plus nombreuses et des feuilles plus grandes. L'odeur est plus forte, mais moins agréable. Habitat, collines peu élevées, exposition midi, en association avec le thym.

3° Lavandin ou Lavande bâtarde (badossa) est un hybride entre Lavande et Aspic. Il prend un grand développement ; les fleurs sont bleues violet à odeur poivrée.

4° *Steechade* (*Lavandula staechas* Lin), originaire d'Arabie (silicicole) est la Lavande des îles d'Hyères, des Maures et de l'Estérel (Le Lavandou, ce charmant village du Var doit son nom à cette Lavande). C'est la plus frileuse des Lavandes. Elle est caractérisée par un épi floral peu allongé et ayant au sommet de larges bractées stériles.

Il y a deux mille ans, les Romains se servaient de l'essence de Stoechade. On a cessé de la distiller en Provence vers la fin du xvi[e] siècle.

La parfumerie fine emploie l'essence distillée des fleurs de *Lavande*

vraie (cultivée ou sauvage).

Celle du Lavandin et de l'Aspic, de qualité inférieure, entrent dans la fabrication des savons.

Enfin l'essence de Stoechade, délaissée depuis bien longtemps, semble renaître quelque peu aujourd'hui.

III. — ENQUÊTE SUR LE DÉPÉRISSEMENT DE LA LAVANDE

Chargés d'étudier la question du dépérissement de la Lavande, notre premier travail fût, sans avoir d'idée préconçue, de visiter en détails les lavanderaies du Sud-Est, d'enquêter, d'observer et de prélever des échantillons.

Cette méthode d'observation extensive nous a permis de faire quelques remarques très intéressantes qui nous ont mis sur la voie de la solution de la question.

Nous avons opéré dans les régions suivantes, au cours de l'été 1932 :

Drôme :	Diois.
	Nyonsais.
	Baronnies.
Vaucluse :	Comtat-Venaissin : Sainte-Cécile et région du Ventoux.
Bouches-du-Rhône et Var :	Provence : Jouques et Massif de la Sainte-Baume.

Le dépérissement de la Lavande est presque toujours caractérisé de la façon suivante : on trouve des pieds de Lavande sains et vigoureux à côté de plants chétifs et même morts et cela dans l'ensemble de la lavanderaie. Ces derniers devenant de plus en plus nombreux dans certains endroits.

Nous avons prélevé dans chaque région des échantillons de terre et des plants de Lavande dépérissants et sains, pour examens aux laboratoires (voir IV).

A. — *Enquête et observations sur place*

1° Diois. — Nous avons été accompagné au cours de notre tournée par M. Chazalet, pépiniériste à Crest, qui nous a conduit dans les endroits les plus typiques et chez les propriétaires les plus avertis. C'est ainsi qu'en remontant la vallée de la Drôme, nous avons visité, à *Aouste*, près de *Crest*, chez M. Poncin, une plantation de Lavandes (environ cinq à six hectares). Situation : plateau altitude 250 mètres, bien découvert, venté, à toutes expositions. Terre souple et perméable, alluvions des plateaux à cailloux

roulés. La plantation est en assez bon état, mais a quelque peu souffert de l'hiver rigoureux de 1929.

A Saillans, chez M. Paul Ruel. Altitude 300 mètres, exposition Sud-Ouest, nous avons vu deux lavanderaies dépérissantes encaissées dans la vallée de la Drôme.

a) A la sortie du village, après le tunnel, sur la pente de la montagne ; éboulis calcaire à gauche de la route Nationale ;

b) A droite de la route Nationale, en contre bas, le long de la Drôme, terrasses de sept à huit mètres dans les alluvions calcaires, terrain plus compact.

A Pontaix, chez M. Albert Rey, nous sommes montés sur la colline dominant au Nord le village (360 m. d'altitude) pour examiner la lavanderaie qui est au N.-E. et qui se trouve bien dégagée, la terre est souple, les Lavandes ont dix ans et sont en assez bon état.

Au sommet de ces collines, nous avons constaté que les Lavandes ne poussent à l'état spontané que sur le versant nord (ubac), tandis que le Thym prospère sur le versant sud (adret), la ligne de démarcation est très nette.

Nous avons vu également dans cette localité, sur des lavanderaies très en pente, des endroits, véritables taches, où les pieds de Lavande manquaient. Ce phénomène est dû au ravinement par l'eau de ruisselement. Les pluies ont fin par enlever par endroits complètement la terre végétale, ce qui explique parfaitement ce « cas de dépérissement ».

A Pont-de-Quart (*Aix-en-Diois*), chez M. Sully Ferrier, nous avons visité deux lavanderaies dépérissantes.

a) Le long de la Drôme, sur une terrasse de cinq à six mètres en terrain calcaire, altitude 400 m. et *exposition Sud-Ouest ;*

b) En coteau en terrain d'éboulis calcaire, sur la rive gauche de la Drôme, à 470 m. d'altitude, *exposition Sud-Est.*

Nous avons observé dans cette lavanderaie que la partie haute est plus saine ; elle se trouve être plus près de la montagne qui la borde au sud *où l'ombre apparaît plus tôt*, la même observation a été faite au pied de deux noyers où l'influence de l'ombre est très nette.

2° Nyonsais et Baronnies. — M. Dumont, professeur d'Agriculture à Nyons s'est beaucoup occupé, dans son arrondissement du dépérissement des Lavandes et nous avons été très heureux d'avoir son avis autorisé.

A Mirabel-en-Baronnies, M. Dumont, nous a déclaré qu'il avait eu, dans sa propriété, une plantation de Lavandes qui a duré sept ans — (1919 à 1926) — altitude 200 m., exposition Sud-Ouest, la partie touchant une « touvière » ou rigole d'écoulement des eaux et, notamment à l'abri des mûriers est restée saine.

Les plantations de Lavande de *Remusat* sont toutes dépérissantes. Elles sont situées sur des marnes calloviennes et encaissées dans la vallée.

A *Vinsobre*, on trouve une des plus anciennes plantations chez M. Raynaud, elle date d'avant-guerre et a duré une quinzaine d'années. Exposition sur plateau formé de sables de Saint-Geniès.

Les plantations de Lavandes que nous avons visitées dans la Drôme sont faites généralement à la cheville ce qui est, comme nous le verrons, moins favorable pour le système radiculaire. Les plants sont placés en lignes, distants de 80 centimètres à 1 mètre. On opère des binages, toujours faits trop profondément (15 à 20 cm.). Très souvent on fume les lavanderaies (nitrate et superphosphate).

Telles sont les remarques importantes que nous avons faites au cours de nos tournées dans la Drôme. On voit donc que la question du dépérissement apparaît peut-être sous un jour différent de ce qu'on aurait tendance à le croire. En effet, en examinant à première vue une lavanderaie dépérissante on a l'impression que cette culture est partout à la fois ravagée par une *maladie*. En effet, l'on trouve disséminés au hasard quelques pieds de Lavande sains, vigoureux et ayant pu, peut-être variétés plus résistantes, échapper au mal qui anantit petit à petit certains champs de lavandes. Il vous vient à l'idée de sélectionner ces plants plus résistants. L'expérience a été faite de la façon suivante, par M. Dumont, professeur d'Agriculture à Nyons (Drôme) :

On a pris des graines de ces plants sains dans une lavanderaie en plein dépérissement, après semis en pépinière on a choisi des plants que l'on a mis, d'une part, dans une lavanderaie dépérissante et, d'autre part dans un terrain vierge, situé à proximité. Dans les deux cas, les plantations se sont comportées de la même façon, c'est-à-dire, que l'on a constaté de nombreux plants qui dépérissaient à côté de quelques plants restant vigoureux.

On ne se trouve donc pas en présence d'une sélection de plants plus ou moins résistants à une maladie ! Il s'agit, d'après M. Dumont, tout simplement d'une question d'individualité de pieds de lavandes : un plant plus vigoureux, bien *choisi, mieux planté*, se développe normalement et se trouve, de ce fait en meilleur état, il pourra résister davantage aux mauvaises conditions dans lesquelles on a placé la lavanderaie.

3° En Provence (Bouches-du-Rhône et Var). — *a*) A *Jouques*, domaine de Puy-Durance, appartenant à M. Rouvière, nous avons visité une lavanderaie de dix hectares, sur un plateau bien exposé (à 200 m. d'altitude) sur la rive gauche de la Durance, non loin du seuil de Mirabeau. La terre est silico-calcaire et assez perméable.

Les Lavandes sont fort bien soignées et dans l'ensemble la plantation est saine.

(Tache de pourridié de 500 m.² sur Lavandin — cas isolé et bien défini — voir plus loin).

M. et Mme Rouvière, qui depuis plusieurs années s'occupent d'une façon attentive et rationnelle de leur plantation de Lavande ont fait des constatations fort intéressantes :

Influence du mode de plantation. — Depuis trois ans, les plantations ne sont plus effectuées à la cheville en *tassant* les racines des jeunes plants. On évite au contraire ce tassement qui nuit au développement du système radiculaire. Durant les deux premières années on prend également bien soin de dégager le collet ; une équipe de jeunes filles bien au courant est chargée de ce travail chez M. Rouvière. Nous avons bien constaté que tous les plants dépérissants une fois arrachés avaient leur système radiculaire atrophié et celui-ci bien tassé comme si on venait de les planter : fait que nous avons vu également dans toutes les lavanderaies en voie de dépérissement.

Influence du limonage. — Les plantations de M. Rouvière sont faites sur des parcelles légèrement en pente et étagées — une telle disposition provoquait, au cours des orages, un entraînement d'eau limoneuse et il arrivait que des plants de Lavande étaient complètements recouverts de boue. Or, la Lavande ne résiste pas à ce limonage, d'où l'importance du dégagement du collet. M. Rouvière, a pu éviter ce grave inconvénient en canalisant l'eau de ruissellement et en diminuant la pente de certaines parcelles.

b) Au Massif de la Sainte-Beaume. — La chaîne de la Sainte-Beaume dont le point culminant atteint 1.155 mètres (Joug de l'Aigle) est orientée sensiblement du Sud-Ouest au Nord-Est à la limite du département des Bouches-du-Rhône et du Var. C'est un massif calcaire, qui présente au point de vue botanique un certain intérêt. La Lavande vraie s'y trouve seulement à l'état naturel et couvre encore, depuis l'altitude « 400 m. » une assez grande surface sur tout le versant nord. Que l'on attaque le massif du côté d'Aubagne par la route de Geménos, ou bien du côté du Var par celle de Nans-les-Pins, nous avons trouvé d'une façon très nette la ligne de démarcation entre la Lavande vraie — parties orientées au nord — et l'Aspic associé au Thym sur les pentes dirigées vers le midi.

4° En Comtat Venaissin. — *a) A Sainte-Cécile* (Vaucluse), on trouve sur le plateau de diluvium alpin, bien exposé, cinq ou six hectares de Lavande vraie cultivée et saine — un peu plus au Nord-Est sur le versant nord des collines bordant la rivière d'Aigues, on trouve, à Saint-Roman-de-Mallegarde, de la Lavande vraie à l'état spontané.

b) Dans la région du Ventoux. — Les cantons de Sault et d'Apt en Vau-

cluse sont ceux où la Lavande est le plus cultivée. Les principales et les plus anciennes cultures, celles qui sont saines, se trouvent sur les hauts plateaux compris au sud de *Sault* (Monts de Vaucluse), à une altitude de 700 à 1.000 mètres. (*Saint-Jean*, *Lagarde* et *Saint-Christol*).

Les plantations faites dans les vallées ou sur les pentes exposées au Midi — région de Monteux, notamment, — sont en plein dépérissement.

Accompagné de M. Guigue, qui depuis de longues années s'intéresse à la question des Lavandes en Vaucluse, nous avons visité plusieurs lavanderaies de cette région et, notamment, celle de M. Fournel-Gardiol, au domaine du Champ-Long, qui possède 100 hectares de Lavandes cultivées et encore plus de Lavandes sauvages labourées. La propriété est vaste, sur un plateau situé à 1.000 mètres d'altitude. Le terrain est perméable, mais toujours frais, le sous-sol calcaire est fissuré (région des avens de Vaucluse).

On opère les semis en vrac dans la lande, les plants de Lavande poussent sans aucune précaution. Pour les plantations, on choisit des plants *jeunes*, *vigoureux* et déjà assez *gros* (1re sélection). On ne plante pas à la cheville. M. Fournel-Gardiol est complètement hostile à ce mode opératoire et attribue à cela le dépérissement de beaucoup de pieds de Lavande. On opère à la charrue en étalant les racines *sans tassement* ; les plantations sont faites en lignes distantes de 1 m. 50, sur chaque ligne, M. Fournel-Gardiol plante à vingt centimètres seulement ; les plants en grandissant se touchent donc et on évite la poussée des mauvaises herbes dès la deuxième année le long des lignes. On n'a donc pas besoin de faire de binage, sauf la première année. Celui-ci se fait minutieusement à la main et en *dégageant bien le collet*. Un simple passage à la herse canadienne, entre les lignes, suffit à partir de la deuxième année, pour maintenir propre les lavanderaies.

Quant un plant, par suite de vieillesse (12 à 15 ans), commence à dépérir, M. Fournel-Gardiol opère un *recépage* avec un outil bien tranchant. L'opération est assez délicate, car on doit sectionner d'une façon bien nette les vieilles tiges de la Lavande ; M. Fourniel-Gardiol, la réussit parfaitement. Il fait ensuite une pulvérisation avec une solution de sulfate de fer et un peu d'acide sulfurique dilué pour assurer la désinfection et la bonne cicatrisation des plaies.

Les plus vieilles plantations du domaine de Champ-Long datent du début du siècle et aucun dépérissement n'a jamais été constaté sur cet important domaine tenu et mené avec soin et compétence.

Interprétation des observations de notre enquête. — Il se dégage des observations que nous avons faites au cours de notre enquête, un certain nombre de faits précis, que nous avons remarqués dans chaque région et qui viendront nous donner quelques éclaircissements sur le dépérissement de la Lavande.

1° *Exposition.* — Nous avons remarqué (à Pontaix, Drôme), à Saint-Roman-de-Mallegarde (Vaucluse), et dans le Massif de la Sainte-Beaume (Bouches-du-Rhône et Var), que la Lavande vraie pousse, *à l'état naturel* sur le versant nord (ubac) des collines. Il semble que l'on commet une erreur de planter de la Lavande dans les autres expositions, notamment au midi (sauf, peut-être aux hautes altitudes au-dessus de 1.000 mètres).

En effet, un excès de chaleur est nuisible à la *Lavande et partout où la Lavande n'est pas exposée au nord ou sur un plateau bien découvert, elle est dépérissante*, faits observés à Aouste, à Pontaix, à Jouques, à Champ-Long (bonne exposition) et à Saillans, à Aix-en-Diois, à Remuzat, à Monieux (Mauvaise exposition).

Cette situation est aggravée quand, en plus, on place des lavanderaies dans les vallées encaissées et chaudes en été, comme les vallées de la Drôme (Saillans) et de la Nesque (Monieux). Le soleil brûle littéralement le sol. S'il survient un petit orage, la terre se mouille sur quelques centimètres à peine, il se produit une évaporation rapide, ce double phénomène est nuisible aux plants et produit ce que les cultivateurs du pays appellent le « coup de feu ». On comprend alors l'influence bienfaisante de l'ombre des montagnes, de celles des noyers ou mûriers qui vient protéger les lavandes par trop exposées au soleil méridional (cas observés à *Pont-de-Quart* et à *Mirabel-en-Baronnies* (Drôme).

2° *Nature du terrain.* — Si, en plus d'une mauvaise exposition, le terrain vient par sa composition physique accentuer les défauts et inconvénients que nous venons de signaler, le dépérissement constaté est encore plus grave (cas de lavanderaies de Saillans, de Remusat (Drôme), de Monieux (Vaucluse) où la terre est trop compacte).

La Lavande exige une terre souple, silico-calcaire, perméable (Jouques, Sault, Sainte-Cécile). Une terre argileuse est trop chaude en été et trop humide au printemps et ne convient pas à la lavande (Saillans).

(Voir plus loin, page 377, l'analyse physique des terres de lavanderaies saines et dépérissantes).

3° *Plantation et soins culturaux.* — Au cours de notre enquête, nous avons constaté l'importance que peut avoir sur les cas de dépérissements les divers soins culturaux depuis le semis jusqu'au recépage, c'est ainsi que :

a) Le choix des plants à la plantation a une très grosse importance ; que les plants soient pris dans la lande ou en pépinière, il faut qu'ils soient *jeunes*, mais *vigoureux*, *ayant un chevelu radiculaire abondant* (se reporter aux expériences de M. Dumont, à Nyons, sur la résistance individuelle des plants et au mode opératoire de M. Fournel-Gardiol au domaine de Champ-Long) ;

b) Mode de plantation. — Nous avons constaté que celui-ci est loin d'être négligeable (voir les essais de M. Rouvière, à Jouques et mode de plantation de M. Fournel-Gardiol, à Champ-Long). Il faut éviter à tout prix le tassement des racines et avoir le collet bien dégagé.

C'est pourquoi M. Rouvière ne plante actuellement, d'une part, que sur un terrain labouré, bien en place pour éviter l'enfouissement du collet, et, d'autre part, à la charrue et non à la cheville pour éviter le tassement des racines ;

c) Les soins culturaux. — Parmi ceux-ci, le binage semble avoir une assez grande importance.

On a coutume généralement — et c'est un tort — de biner les lavanderaies *trop profondément* (15 ou 20 cm.).

En effet, les Lavandes dépérissantes, celles qui souffrent de la sécheresse, soit par suite de l'exposition du terrain ou de la nature physique du sol, développent peu leur système normal radiculaire en profondeur. Il se forme au contraire, à la suite des courtes pluies d'été qui mouillent à peine la terre, des radicelles superficielles qui subviennent seules aux besoins de la plante.

Si on opère alors un binage de 15 cm. on détruit les petites racines et on hâte la mort des plants (*cas de Saillans*).

Il faut donc opérer judicieusement les soins culturaux et la méthode préconisée et suivie avec succès par M. Fournel-Gardiol et que nous avons signalée plus haut est donc à conseiller.

B. — *Enquête bibliographique*

C'est seulement après avoir fait l'enquête sur place, après avoir observé les lavanderaies saines et dépérissantes que nous nous sommes livrés, à la Station, au travail de bibliographie. Nous avons retrouvé chez les différents auteurs, au cours de leurs travaux sur les Lavandes, la plupart des remarques que nous avons pu faire et que nous venons de signaler.

Voici celles que nous relevons et auxquelles nous attachons de ce fait, encore plus d'importance :

« La Lavande, dit en substance un spécialiste en la matière, M. Lamothe, *ne doit pas sortir de son domaine naturel qui est la lande* ou le champ abandonné par l'aïeul ».

D'après M. Fondart (2), la bonne altitude est de 300 à 1.000 mètres sur les pentes, très fortes la Lavande préfère l'exposition nord. Cela paraît montrer qu'elle craint la forte insolation qui diminue l'humidité du sol.

Rolet écrit (3) « *l'exposition* paraît prépondérante et capable de modifier grandement l'action que peuvent exercer l'altitude ou le degré de ferti-

lité du terrain ou sa nature. Il faut avant tout à la Lavande une situation bien *découverte*, bien éclairée, ensoleillée, elle n'aime pas l'ombre, toutefois, *elle craint l'excès de chaleur* ».

Le sol doit, en outre, être léger, caillouteux et perméable, la Lavanderaie doit être établie, autant que possible, en un lieu où le sol, *d'une épaisseur suffisante, est plutôt frais surtout si l'on se rapproche d'une basse altitude ou du midi.* »

En ce qui concerne la pratique de la plantation et les soins culturaux, nous trouvons dans le livre de Rolet, parmi les conseils qu'il donne, les suivants qui viennent confirmer ce que nous avons vu *in situ*.

« *On plante aussi à la cheville, ce qui est moins favorable pour le système radiculaire* ».

A propos des binages : « *Il y a toujours danger à passer trop près des lignes* ».

IV. — EXAMEN DES ÉCHANTILLONS AUX LABORATOIRES

A. — *Analyse des terres de Lavanderaies*

Au cours de nos tournées, nous avions constaté que la Lavande ne prospérait que dans les terres silico-calcaire et perméables. Il y avait donc lieu d'attacher une assez grande importance à l'analyse physique et mécanique des sols des lavanderaies.

Nous avons prélevés plusieurs échantillons de terre, dans différentes régions, dans des plantations saines et dépérissantes. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

Technique des analyses. — L'analyse physique a été effectuée suivant la méthode internationale, le limon étant la fraction de 2 à 20 μ définie par un temps de sédimentation de 7,5 minutes pour 10 cm de hauteur.

La mesure de la perméabilité n'ayant pu être faite sur place, nous avons opéré de la façon suivante :

100 gr. de terre des sept échantillons ont été placés dans sept tubes calibrés de trois centimètres de diamètre fermés à la partie inférieure par une toile solidement fixée. Dans chacun de ces tubes suspendus au-dessus de bechers permettant de recueillir le liquide, on verse de l'eau à la partie supérieure de façon à avoir une charge constante de trois centimètres, au moyen d'un flacon renversé, suivant le dispositif préconisé par Muntz, Faure et Lainé. La mesure de la hauteur d'eau écoulée en une heure pour chaque échantillon de terre donne le résultat figurant à la dernière ligne du tableau. Ces mesures comparatives faites deux fois ont donné les mêmes chiffres. D'après ceux-ci les terres N^{os} 1, 2 et 4 se classent comme peu perméables

Lieux de prélèvement.	N° 1 — Saillans (Drôme)	N° 2 — Saillans (Drôme)	N° 3 — Aouste (Drôme)	N° 4 — Aix-en-Diois (Drôme)	N° 5 — Jouques (B.-du-R.)	N° 6 — Sté Cécile (Vse)	N° 7 — Sault (Vse)
Etat de la lavanderaie.	Mauvais	Mauvais	Assez bon	Médiocre	Bon	Bon	Bon
Nature géologique (s.-sol)	Cénomanien	Cénomanien	Pliocène	Cénomanien	Miocène. supér.	Pliocène	Aptien inférieur.
Nature du sol	Eboulis calcaire en pente.	Eboulis calcaire en terrasse.	Diluvium alpin (plateau).	Eboulis calcaire et alluvions modernes en pente (Dr.).	Alluvions anc. limon et conglomérats de la Durance.	Diluvium alpin (plateau).	Terre calcaire à silex (plateau).
Carbonate terreux totaux %	69	47	25	51	31	3	14,5
METHODE INTERNATIONALE — Sable gross. Calcaire	15,4	16,4	14,7	18,4	8,5	1,8	6,8
METHODE INTERNATIONALE — Sable gross. Silic. %	4,0	3,0	13,0	7,6	4,2	33,4	27,0
METHODE INTERNATIONALE — Sable fin Calcaire	53,6	30,6	10,3	32,6	22,5	1,2	7,7
METHODE INTERNATIONALE — Sable fin Silic. %	5,5	12,0	19,0	14,4	39,8	24,6	22,8
METHODE INTERNATIONALE — Argile %	10,9	23,4	23,8	13,4	13,4	24,8	13,7
METHODE INTERNATIONALE — Limon % (2 à 20 μ)	4,4	9,9	13,0	9,9	6,7	10,1	15,4
METHODE INTERNATIONALE — Humus %	1,5	1,9	2,4	1,9	2,0	1,8	1,8
Perméabilité comparative	0,6	0,7	3,0	1,0	1,3	14,0	8,0

N° 1. — Echantillon de terre prélevé à *Saillans* (Drôme), sur la pente de la montagne calcaire.

Roche mère, calcaire céromanien (crétacé supérieur), terre arable, blanchâtre d'éboulis calcaire avec une grosse proportion de cailloux calcaires plats.

N° 2. — Echantillon de terre prélevé à *Saillans* (Drôme), à 100 mètres du premier échantillon — même nature géologique — la terre arable est un peu plus foncée et la pente du terrain est moins accentuée (terrasse supérieure de la Drôme).

N° 3. — Echantillon de terre prélevé à *Aouste* (Drôme), sur un plateau de dilivium alpin. Ce terrain présente les caractéristiques des alluvions de plateaux à cailloutis pliocène assez répandues dans le Sud-Est ; terre arable foncée mélangée à une assez forte proportion de cailloux roulés (quartzites alpins rubefiés).

N° 4. — Echantillon prélevé à *Aix-en-Diois* (Drôme). Roche mère calcaire cénomanien ; terre arable provenant en grande partie des éboulis calcaires avec un peu d'alluvions modernes de la Drôme.

N° 5. — Echantillon prélevé à *Joucques* (Bouches-du-Rhône), sur un plateau légèrement en pente formé d'alluvions anciennes de limons et de conglomérats indiquant l'existence d'un régime fluviale de la Durance à la fin du miocène supérieur (étage Pontique), terre arable alluvionnaire sans cailloux.

N° 6. — Echantillon prélevé à *Sainte-Cécile-les-Vignes* (Vse), sur un plateau de diluvium alpin, composé de quartzites à patine ferrugineuse. La rubéfaction est beaucoup plus accentuée dans ce sol et dans celui, de même origine, observé à *Aouste* (N° 3), terre arable de couleur brun foncé, à éléments grossiers.

N° 7. — Echantillon prélevé à *Sault* (Vaucluse), sur le vaste plateau 1.700 à 1.000 m. d'altitude que forme les Monts-de-Vaucluse, le sous-sol calcaire est fissuré région des avens alimentant la fontaine de Vaucluse, la roche mère, sur plusieurs mètres d'épaisseur est formée de calcaires à silex et charveyrons, de couleur claire représentant l'Aptien inférieur, terre arable de couleur grisâtre à structure genue.

Au point de vue pédologique, tous ces sols comme la plupart des terres du Sud-Est de la France, sont des sols jeunes, incomplètement développés.

(chiffres égaux ou inférieurs à 1) correspondant, toute chose égale d'ailleurs à un mauvais état de la lavanderaie.

Il est bien entendu qu'il ne s'agit que d'une constatation sur quelques terres ; mais elle vient s'ajouter aux autres observations relevées au cours de notre enquête et confirment les quelques conclusions que nous formulons.

B. — *Etude pathologique des plants de Lavande*

Examen des échantillons. — L'étude des champignons observés sur la Lavande et de leur rôle respectif est à peine ébauchée à l'heure actuelle. Si nous croyons devoir consigner ici les résultats des première observations que nous avons eu l'occasion de faire, sans en tirer de conclusions formelles encore, c'est que, l'examen de nombreux plants de Lavande, sains ou malades, tant *in situ* qu'au laboratoire, ne nous ont pas donné l'impression,

comme nous l'avons vu plus haut, que les dépérissements affectant les lavanderaies puissent être mis uniquement sur le compte d'un parasite. Il nous paraît même beaucoup plus probable que la plupart des champignons dont nous avons eu parfois l'occasion de constater la présence sur les racines ou au collet des plantes mortes ou malades sont des saprophytes, tout au plus des parasites de faiblesse. Si nous en exceptions un cas, dû nettement à *Armillariella mellea* Vahl. (Patouillard) parfaitement caractérisé, observé à Jouques, sur Lavandin en 1929 et 1932, à l'emplacement d'un verger d'Amandiers, puis d'une Vigne morte jadis successivement du Pourridié, les dépérissements que nous avons eu l'occasion d'étudier ne se présentent pas en taches d'huile avec évolution de la maladie d'autant moins avancée que l'on s'éloigne davantage du centre de la tache, comme c'est généralement le cas quand il y a attaque d'un parasite souterrain (Armillaire, Rhizoctone par exemple). La mortalité, au contraire, se produit le plus souvent d'une manière tout à fait discontinue, comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut : des plantes mortes ou gravement malades étant voisines de plantes poussant encore très vigoureuses. D'autre part, si nous avons observé à la base des tiges, au collet ou sur les racines, la présence d'un certain nombre d'espèces de champignons, aucune d'entre elles ne nous a paru constante sur les plantes malades ou mortes, nouvelle présomption défavorable à l'idée d'un parasite souterrain général.

Sur la Lavande, le dépérissement affecte le plus souvent une allure lente ; ce sont les rameaux les plus anciens qui meurent les premiers, et sont fréquemment remplacés par les rejets se formant en abondance au voisinage du collet. Un plant de Lavande dépérissant présente ainsi à côté de rameaux déjà morts d'autres rameaux souffreteux et des rameaux généralement plus jeunes encore parfaitement sains et vigoureux, d'où l'importance du recépage. L'examen de la souche ou de la racine principale pivotante montre des régions encore saines correspondant aux rameaux vivants, et des régions mortes et brunies correspondant aux rameaux desséchés. Les régions mortes ont souvent tendance à éclater, phénomène probablement d'origine purement physique, et se séparant ainsi parfois des parties restées vivantes. Puis elles se déliquifient, le bois perdant toute consistance et se transformant en une charpie blanche se désagrégeant très facilement sous la pression du doigt, sous l'action d'organismes très vraisemblablement saprophytes. Des échantillons de Thym (*Thymus vulgaris* L. et de Sariette (*Satureia montana* L.) observés notamment dans le massif de la Sainte-Beaume, nous ont montré des dépérissements affectant exactement la même allure.

Organismes observés. — Le 30 juin 1932, Chevalier (4), avait constaté au collet de plantes de lavande dépérissantes récoltées dans une plantation au Plan d'Aups, vers 750 mètres d'altitude, à proximité de l'hôtellerie de la

célèbre grotte, la présence de carpophores d'un champignon que Pyrotillard croyait devoir rapporter à l'espèce *Pholiota praecox* (Pers.) Quelet. Le développement de cette Agaricinée semblait être lié pour Chevalier à l'existence d'un Pourridié à la surface de grosses racines fendillées, Pourridié en rapport avec la présence de faisceaux de filaments mycéliens blancs envahissant toutes les parties souterraines de la plante. Ce champignon avait été observé dans une partie basse de la plantation où l'eau stagnait après les pluies.

Nous avons eu à plusieurs reprises l'occasion de constater également, tant dans le massif de la Sainte-Beaume (observations des 7 août et 18 octobre 1932), que dans les Diois, la présence des filaments blancs d'un Hymenomycète au collet et sur les racines de Lavandes mortes ou dépérissantes formant un feutrage sous l'écorce. Mais, malgré d'actives recherches, nous n'avons pu observer encore la présence concomitante de carpophores. Nous serons donc naturellement très réservés sur l'identité de ce champignon et même sur son rôle éventuel. S'il est parfois un parasite réellement actif, ses attaques ne nous semblent en tous cas ne constituer *qu'un cas particulier de dépérissement.* Nous ajouterons que n'ayant pas retrouvé à la Sainte-Beaume, à proximité de l'Hôtellerie, les plantations où avaient été faites les observations de Chevalier, plantations disparues depuis quelques années, nous avons orienté nos recherches dans ce massif sur les *peuplements spontanés*, situés au Nord et au Sud de la route allant de Gemenos à Nans-les-Pins, en traversant le massif montagneux, de part et d'autre de l'Hôtellerie. Notre insuccès peut tenir à l'époque trop tardive ou nous avons commencé à opérer (7 août) ; elle peut être aussi en relation avec le fait que les Lavandes examinées se trouvaient toutes dans des terrains en pente, alors que celles observées par Chevalier étaient plantées dans une sorte de bas-fond.

Indépendamment d'un mycelium blanc, nous avons aussi remarqué parfois dans le massif de la Sainte-Beaume (Lavande spontanée) un autre Hymenomycète, mais à hyphes fauves, se développant abondamment au collet ou dans les racines, entre le bois et l'écorce ou entre les feuilles et l'écorce.

Dans le même massif, notre attention a été attirée également par la présence des carpophores d'un champignon sur l'écorce du collet ou des rameaux, *tant morts que vivants, non seulement de la Lavande, mais également du Thym et de la Sariette.*

Mais nous pensons pas qu'il s'agisse là d'un parasite, son développement s'opérant tout en surface. D'autre part, nous avons remarqué également sa présence sur une feuille desséchée d'*Acer monspessulanum* L. tombée sur le sol au voisinage immédiat du collet d'un plant de Lavande

portant ces carpophores fait qui dénote déjà une tendance très marquée de cet organisme à se développer en simple saprophyte.

En 1929, à l'automne, à Jouques, sur des lavandes mortes ou dans un état de dépérissement très avancé, nous constations la présence sous l'écorce d'un fin réseau de filaments myciliens blancs appartenant à un champignon formant de nombreux sclérotes très petits, mais dont nous n'avons pu observer de fructifications conidiennes.

A la même époque, sur des Lavandes limonées ou plantées à la cheville, nous observions à la base des tiges, le développement abondant d'une moisissure blanche fructifiant abondamment que sur la vue d'une préparation microscopique. M. Arnaud pensait devoir rapporter au genre *Trichoderma*. Nous n'avons pas eu l'occasion de retrouver ce champignon par la suite, mais étant donné l'état de décomposition assez avancée des échantillons, lors de nos observations nous avons eu nettement l'impression alors qu'il s'agissait là encore d'un saprophyte.

CONCLUSIONS

Les observations que nous avons faites au cours de cette étude, tant sur place, qu'au laboratoire, semblent prouver que la culture de Lavande (*Lavandula vera*) n'est pas aussi facile qu'on aurait tendance à le croire.

La perspective de gros bénéfices par suite des hauts prix atteints après la guerre par l'essence de Lavande avait poussé certains cultivateurs à étendre la culture de cette plante à parfum sans se préoccuper de certaines conditions primordiales. C'est alors qu'on a constaté, au bout de peu de temps, un dépérissement général des plantations de lavande. En réalité, il n'y a pas lieu de pousser un cri d'alarme. Hormis quelques cas isolés d'attaques par des cryptogames dont l'étude se poursuit, le dépérissement en question ne nous paraît pas d'ordre parasitaire et n'intéresse pas les anciens centres de production. C'est, à notre avis, la conséquence de la négligence ou le plus souvent de l'ignorace des producteurs de Lavande qui ont voulu étendre cette culture-là où elle n'aurait jamais dû se trouver. Si les contrées méditerranéennes sont des régions privilégiées pour les plantes à parfum, c'est que la nature, en effet, y a réuni *toutes les conditions de prospérité* pour ces végétaux producteurs d'huiles essentielles.

Il importe donc, en ce qui concerne la culture de la Lavande vraie, si l'on veut obtenir de bons résultats, de respecter justement *toutes ces conditions* que nous avons pu mettre en évidence au cours de cette étude, c'est-à-dire :

1° *Les facteurs naturels* : l'altitude, l'exposition, la situation géographique, le climat local et la composition physique du sol ;

2° *Les facteurs culturaux* : les semis, le mode de plantation, les binages, les sarclages et les recépages.

Parmi ces facteurs, les plus importants à notre avis sont : *l'exposition*, *la nature physique du sol et le mode de plantation*.

En résumé, l'aire de production de la Lavande vraie est restreinte et cette plante n'est réellement à sa place, comme nous avons constaté dans chaque région, que dans des terrains biens situés, d'une exposition déterminée (au Nord ou sur des plateaux bien découverts (silico-calcaire, perméable, souple, ni trop chaud, ni trop humide). La Lavande prospère sans aléa si l'on suit une technique culturale appropriée, telle que nous l'avons vue, soit à Jouques (chez M. Rouvière), soit à Sault (chez M. Fournel-Gardiol).

Nous souhaitons que les producteurs de lavandes qui ont toujours suivi ces directives *avec succès*, voient sous peu s'opérer un relèvement des prix de l'essence actuellement tombée véritablement trop bas pour leur permettre de retirer équitablement quelque bénéfice d'une culture souvent ingrate.

Avignon, le 15 novembre 1932.

BIBLIOGRAPHIE

1. Humbert. — Brochures 1, 7 et 9 de l'Office National des matières premières, 44, rue de Bellechasse, Paris.

2. Fondart. — Directeur des Services Agricoles à Marseille, *Thèse de Doctorat es-sciences*.

3. Rolet (A.). — Les plantes à parfum, p. 267 et suivantes. (Baillère, éditeur).

4. Chevalier (A.). — Sur une maladie de la Lavande cultivée (*Revue de Botanique appliquée*, vol. 2, pp. 282-83, 1922).

OBSERVATIONS SUR LES ROUILLES DU BLÉ

faites à Versailles, en 1931 et 1932

par H. Mattras

SOMMAIRE

I. — Généralités :

II. — Observations en automne et hiver :
1° En 1930-31, p. 388 ; 2° En 1931-32, p. 389.

III. — Rouille jaune au printemps :
1° Observations. — Etude des éléments météorologiques, p. 390 ; 2° Influence de l'état de végétation, p. 392 ; 3° Influence de la date du semis, p. 392.

IV. — Rouille brune :
1° Observations, p. 393 ; 2° Influence de l'état de végétation et de la date du semis, p. 393.

V. — Rouille noire :
1° Observations, p. 394 ; 2° Influence de l'état de végétation et de la date du semis, p. 394.

VI. — Conclusions générales.
1° Influence des éléments météorologiques sur les trois rouilles, p. 395 ; 2° Comportement de quelques variétés vis-à-vis des trois rouilles, p. 395 ; 3° Variétés se classant en tête à Versailles après les deux années d'observation, p. 396.

I. — GÉNÉRALITÉS

L'étude des Rouilles du Blé (Rouille jaune : *Puccinia glumarum* Schmidt (Eriksson et Henning) Rouille brune : *P. triticina* Eriksson, Rouille noire : *P. graminis* Persoon a été poursuivie en 1930-31 et 1931-32, comme les années précédentes, au Centre de Recherches Agronomiques de Versailles, avec la collaboration des Stations de Pathologie Végétale, de Climatologie et de Génétique.

a. *Mêmes buts poursuivis :* Compléter les résultats des observations antérieures et plus particulièrement :

— mettre en évidence les variétés de Blé les moins attaquées ;

— chercher l'influence (sur l'attaque des différentes rouilles) des facteurs suivants :

— éléments météorologiques ;

— date du semis ;

— état de la végétation.

b) *Mêmes dispositions générales des semis :* (terrain choisi aussi près que possible du Parc météorologique). — Chaque variété étant semée sur deux lignes de 1 m. 50, espacées de 0 m. 25 (variétés semées dans l'ordre alphabétique).

Même variété encadrante sensible Noé : pour avoir une contamination certaine et plus rapide et obtenir un environnement témoin pour chaque variété ;

Mêmes semis échelonnés : deux semis d'automne S_1 et S_2, un semis de printemps S_3.

Voici leurs dates et le nombre N de variétés ou lignées soumises à l'épreuve :

Semis	En 1930-1931	En 1931-1932
S_1	1er octobre 1930 N= 86	7 octobre 1931 N= 73
S_2	22 novembre 1930 N=115	15 décembre 1931 N=100
S_3	16 mars 1931 N=123	5 mars 1932 N=104

c) *Même méthode.* — Aussi souvent que possible, et d'après la méthode de MM. Ducomet et Foex (1), nous avons noté l'intensité apparente d'attaque de chaque Rouille (sur chaque portion de la plante présentant des pustules : limbe, gaine, tige, épi), depuis l'apparition de ces pustules jusqu'au dessèchement des parties intéressées.

Voici comment pratiquement nous avons appliqué la méthode proposée :

1° *Notation.* — Trois pieds sont pris au hasard sur les deux lignes de chaque variété (en ayant soin cependant que l'ensemble forme un échantillon moyen). On note une seule talle (la plus développée) par pied de blé.

(1) Voir les *Annales des Epiphyties :* septembre-octobre 1925 : « Introduction à une étude agronomique des Rouilles des Céréales » et le *Bulletin de l'Association Internationale des Sélectionneurs de Plantes de Grande culture* (juin 1928) : « De la notation de l'intensité des rouilles du Blé ».

a) *Notation du limbe.* — Les feuilles de la talle sont numérotées 1, 2, 3, 4, 5 à partir du haut (1 : dernière feuille sortie) et on note séparément les trois tiers de chaque feuille (tiers supérieur, tiers moyen, tiers inférieur) en évaluant la surface occupée par les pustules ou mieux le rapport entre cette surface à pustules et la surface totale. On note de 0 à 4 :

0 : pustules : néant.
1 : surface (couverte de pustules) inférieure à 1/4.
2 — — — comprise entre 1/2 et 1/4.
3 — — — — — 1/2 et 3/4.
4 — — — supérieure à 3/4.

On tient compte de l'erreur due au système de notation (on ne dispose que de cinq chiffres, alors que dans la nature on a tous les intermédiaires) : si par exemple, on observe quelques rares pustules, on peut noter 0 et majorer la note correspondante d'un autre pied, puisqu'on a trois pieds à noter par variété, ou inversement noter 1 et diminuer la note correspondante du pied suivant, etc...

A cette erreur vient d'ailleurs s'ajouter l'erreur d'appréciation due à l'observateur. Pour que les chiffres soient comparables, il est nécessaire que toutes les notations soient effectuées par les mêmes observateurs.

b) *Notation des gaine, tige, épi.* — On adapte à ces différentes parties de la plante, les principes indiqués pour la notation du limbe.

2° *Calcul.* — Exemple de notation et de calcul (limbe) :

N° d'ordre des feuilles	1er pied (1) (2) (3)	2e pied (1) (2) (3)	3e pied (1) (2) (3)	Total	Coefficient diviseur	Note définitive
1	3 3 2	4 1 0	3 1 0	17	2,25	7,5
2	3 3 1	4 2 1	4 2 1	21	3	7
3	3 3 3	3 3 2	3 2 1	23	4,5	5,1
4	4 4 4	4 3 3	4 4 3	33	9	3,7
5	sèche	sèche	sèche	—	—	

(1) tiers supérieur, (2) tiers moyen, (3) tiers inférieur $\frac{23,3 \times 2,77}{3,57} = 58\ \%$.

Pour chaque feuille de même rang, on additionne les neuf chiffres horizontalement (quand elle existe la note de la 5e feuille est fusionnée à celle de la 4e). On admet que plus l'organe attaqué est près de l'épi, plus l'impor-

tance agricole de l'attaque de Rouille est grande et l'on adopte les coefficients :

4 pour la dernière feuille apparue (bien dégagée) n° 1 ;

3 pour celle de dessous n° 2 ;

2 pour la feuille n° 3 ;

1 pour la feuille n° 4.

Au lieu de calculer la moyenne par feuille (en divisant le total par 9) pour ensuite multiplier ces notes respectivement par 4, 3, 2, 1, M. Ducomet a simplifié le calcul (le rendant plus rapide et plus précis) en utilisant les coefficients diviseurs suivants :

$$9/4=2,25 \qquad 9/3=3 \qquad 9/2=4,5 \qquad 9/1=9$$

Les notes définitives obtenues sont additionnées verticalement ; ce total général est exprimé en % en le multipliant par :

2,5 si 4 feuilles sont notées ;

2,77 — 3 — —

3,57 — 2 — —

6,25 — 1 — est notée.

Des tableaux de calcul préparés à l'avance facilitent les opérations.

3° *Graphiques-fiches.* — Les nombres trouvés (représentant l'intensité apparente d'attaque de la Rouille) n'ont rien d'absolu, ils permettent simplement de voir le comportement de chaque variété au cours de la végétation, puis de comparer les différentes variétés entre elles. On peut mettre les poussées successives de Rouille en parallèle avec les éléments météorologiques et l'état de la végétation.

Pendant les années 1931 et 1932, les notations ont été faites en collaboration avec Mlle Barbier, de la Station Centrale de Pathologie Végétale, puis relevées sur des graphiques fiches, 1 graphique par année et par variété comportant :

En abscisses les dates ;

En ordonnées les notes obtenues.

En plus des courbes de variation de l'intensité apparente des Rouilles (date d'apparition et notations successives par semis), nous avons porté :

a) Les notes de *P. glumarum*, sur Noé encadrant (témoin), notations faites aux dates suivantes (où l'attaque a été jugée la plus intense) :

	1er semis	2e semis	3e semis
En 1931	9 juin	11 juin	17 juin et 15 juillet
En 1932	8 juin	4 juillet	8 juillet

b) Les stades de végétation.

Stade	Abréviation	Etat de végétation
Tallage	T	La plante est encore étalée, les talles successives apparaissent et se développent.
Montée	M	Les tiges se dressent, les gaines s'allongent, les dernières feuilles apparaissent.
Gonflement .	G	L'épi gonfle les gaines successives et monte dans la dernière gaine.
Déb. d'épiaison	E	Le sommet d'un épi (glumes et non barbes) dépasse la gaine de sa dernière feuille.
Début de floraison ...	F	Les premières étamines sont visibles.
Maturation .	Mat	Maturité du grain.

4° *Graphique météorologique.* — Superposable aux graphiques-fiches ; il porte pour chaque jour :

Les températures maxima et minima en plein air à 5 cm. sur gazon (et à 40 cm. sur gazon au printemps et en été).

La température moyenne (à 2 m. sous abri).

La fraction d'insolation, c'est-à-dire le rapport

$$\frac{\text{nombre d'heures d'insolation}}{\text{durée du jour as.}}$$

(Le nombre d'heures d'insolation étant observé sur les bandes de l'héliographe de Campbell).

La hauteur des pluies.

Les phénomènes particuliers (rosée, gelée blanche, brouillard, neige).

II. — OBSERVATIONS EN AUTOMNE ET HIVER

1° *En* 1930-31. — Le premier semis est levé, dans sa généralité, le 15 octobre ;

Le deuxième semis, le 22 novembre.

L'hiver est relativement doux et humide (du 4 octobre au 5 mars), sur 155 jours on peut compter 116 jours de pluie enregistrée au pluviomètre, sans compter les journées à rosée et à brouillard, soit 7,5 jours sur 10).

La végétation se développe régulièrement, à peine interrompue par quelques froids légers (12-18 novembre, 4-11 décembre, 5-15 janvier).

Le début du printemps au contraire est relativement sec.

Malgré l'humidité et des températures favorables en hiver (et quoique des repousses rouillées aient été transplantées dès l'automne à hauteur des Bladette du premier semis) aucune apparition de pustule n'est observée sur ce premier semis avant la fin mars.

2° *En* 1931-32. — Le premier semis est levé le 20 octobre, le deuxième semis au début de janvier. Il est très irrégulier (la proximité du terrain inculte du « Concours de Ponte» a pour conséquence l'envahissement des parcelles par les limaces et les mulots — lutte contre les mulots par grains empoisonnés — contre les limaces par abris-pièges : des rondelles de betterave sont posées sur le terrain tous les mètres environ, ramassage des limaces le matin).

P. graminis encore observé le 1er novembre sur des blés transplantés ne l'est pas plus tard. *P. glumarum* et *P. triticina* sont observés le 5 novembre sur les semis naturels (repousses de champs déchaumés).

P. glumarum s'est conservé tout l'hiver jusqu'au 10-15 février, car l'automne et le début de l'hiver n'ont pas été froids (jusqu'au 19 janvier on ne peut compter que huit journées ayant des minima inférieurs à 5°.

Aussi, quelques observations ont pu être faites :

Pour nous assurer de l'importance des foyers initiaux de Rouille sur le développement ultérieur de la maladie, nous avons opéré des contaminations sur premier semis :

1° Par transport de repousses portant des pustules de *P. glumarum* (R_1 et R_2) à proximité du premier semis, au début novembre ;

2° Par mise au contact des feuilles à contaminer de feuilles à urédos le 29 novembre (10 pieds de Noé) ;

3° Par badigeonnage des feuilles au pinceau trempé dans de l'eau de pluie contenant des urédospores en suspension, puis mise sous cloche pendant quatre jours, le 5 décembre (2 pieds de Noé).

Les trois modes de contamination ont provoqué la formation de foyers, cependant le troisième mode a donné des résultats plus rapides que le deuxième probablement parce que les blés ont été mis sous cloche.

Les premières pustules apparaissent le 30 décembre sur l'un des deux pieds de Noé contaminés (mis sous cloche du 5 au 9 décembre), puis le 6 janvier sur quelques pieds contaminés le 29 novembre, et beaucoup plus tard sur Noé voisin des repousses R_1 ou R_2.

Nous avons noté les dix pieds de Noé contaminés le 29 novembre (Voir le graphique).

Voici les résultats :

Date	Note moyenne
6 janvier	Quelques pustules.
18 janvier	10,7 p. c.
8 février	17,5 p. c.

Ce tableau montre :

a) La rapidité de développement de *P. glumarum* du 6 au 18 janvier :

(Pendant ces douze jours, la moyenne des minima est + 3° (deux fois seulement, ils descendent au-dessous de 0°).

(La moyenne des maxima est + 10° (atteignant 15° les 3, 14, 15 et 16 janvier).

b) Le faible développement de *P. glumarum* du 18 janvier au 8 février :

Pendant ces vingt et un jours { pas de pluie. / minima toujours inférieurs à 0°. / maxima variables parfois faibles, voisins de 0° les 28 et 29 janv.

A part ce premier foyer F_1 (sur 2e planche) d'autres se constituent du 10 au 20 janvier :

F_2 (également sur 2e planche) en face du foyer F_1 ;

F_3 (sur 1re planche) en face des repousses R_1 ;

F_4 (sur 3e planche) à proximité des repousses R_2.

Mais ces attaques arrivent en période sèche et froide et ne s'étendent pas.

Les fortes gelées des 10-15 février (minima de —10° à —14°) détruisent les pustules de *P. glumarum* en même temps que les feuilles qui les portent.

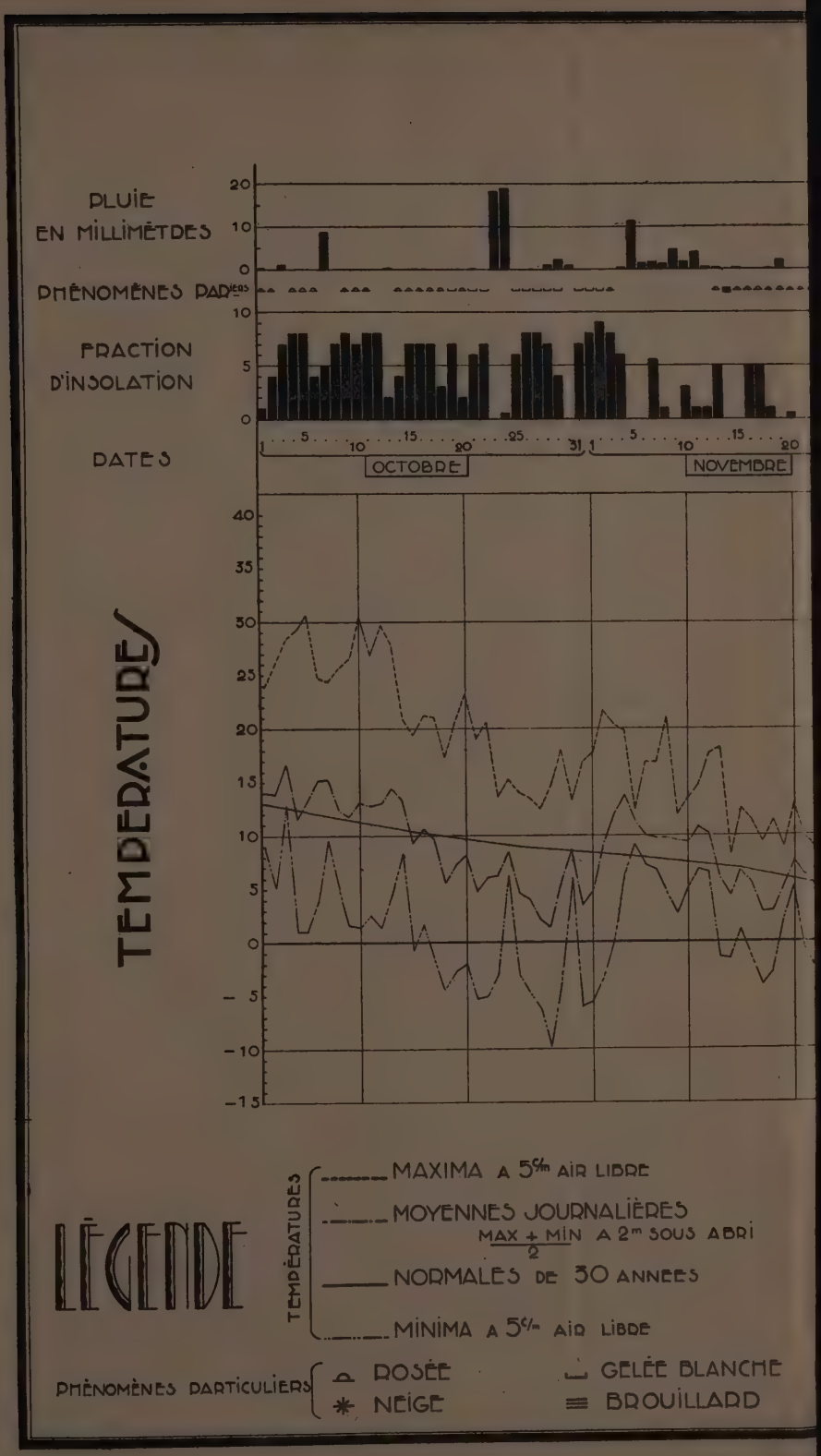
Nous n'observons plus de pustules jusqu'aux dates suivantes :

14 mars (sur les repousses R_1) ;

Premiers jours d'avril (sur le premier semis).

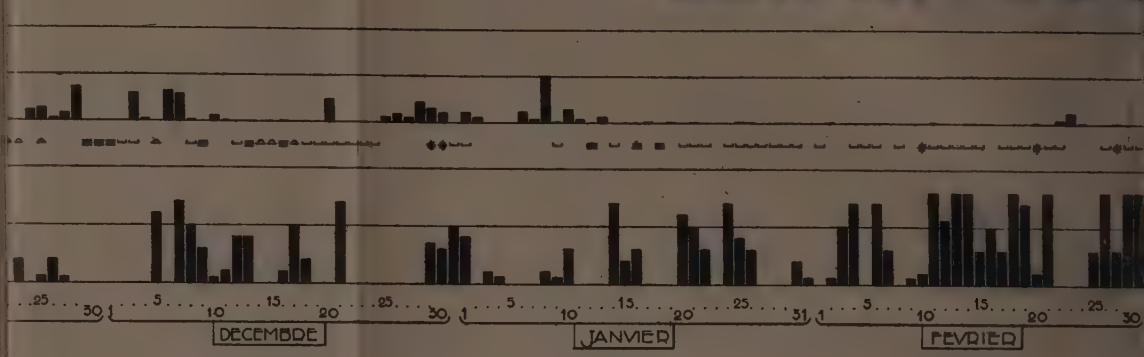
III. — LA ROUILLE JAUNE AU PRINTEMPS

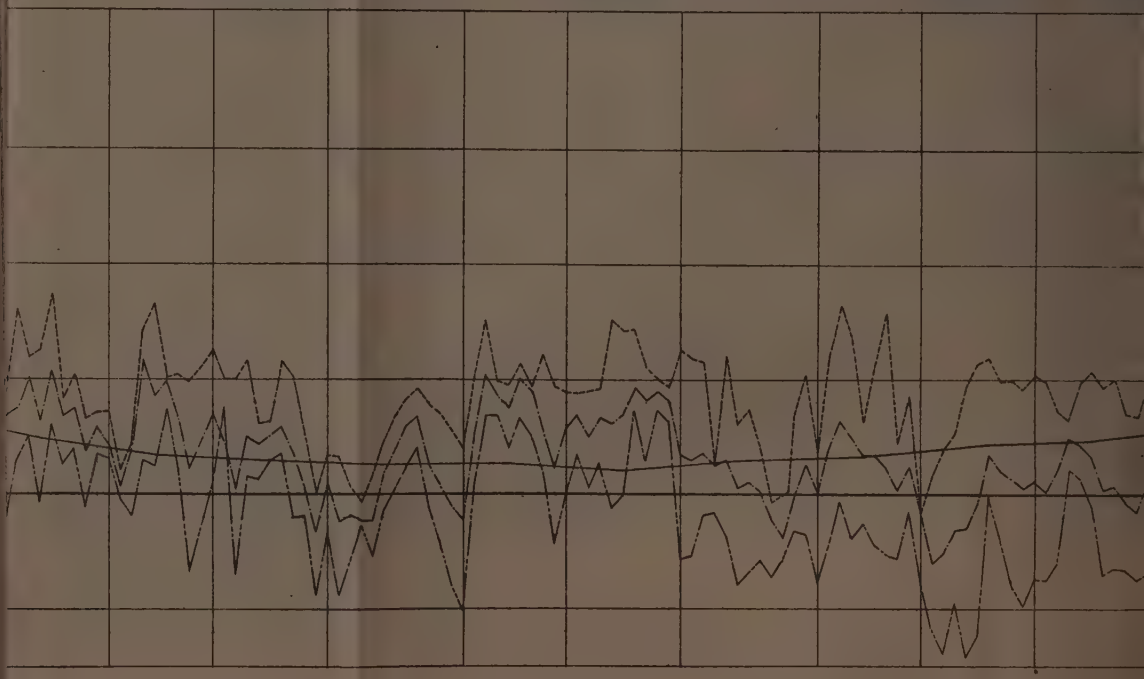
1° *Observations et étude des éléments météorologiques.* — Au printemps, nous n'avons opéré aucune contamination. En laissant agir les éléments naturels, nous avons constaté qu'en 1932 comme en 1931, les


PLUIE
EN MILLIMÈTRES
20
10
0
PHÉNOMÈNES PARTICULIERS
FRACTION
D'INSOLATION
10
5
0
DATES
1 5 10 15 20 25 31 1 5 10 15 20
OCTOBRE
NOVEMBRE
TEMPERATURES
40
35
30
25
20
15
10
5
0
- 5
- 10
- 15
LÉGENDE
TEMPÉRATURES
MAXIMA A 5cm AIR LIBRE
MOYENNES JOURNALIÈRES
MAX + MIN / 2 A 2m SOUS ABRI
NORMALES DE 30 ANNEES
MINIMA A 5cm AIR LIBRE
PHÉNOMÈNES PARTICULIERS
ROSÉE
NEIGE
GELÉE BLANCHE
BROUILLARD

CENTRE DE RECHERCHES

CLIMATOLO





P. GLUMARUM SUR NOÉ — 1931 _ I SUR 1er SEMIS; 1932 II SUR S_1, III ___ S_2, IV ___ S_3

P. TRITICINA SUR SIEGERLANDER — 1932 V SUR S_1, VI ___ S_2, VII ___ S_3

P. GRAMINIS SUR SIEGERLANDER (S_3) — 1932 VIII

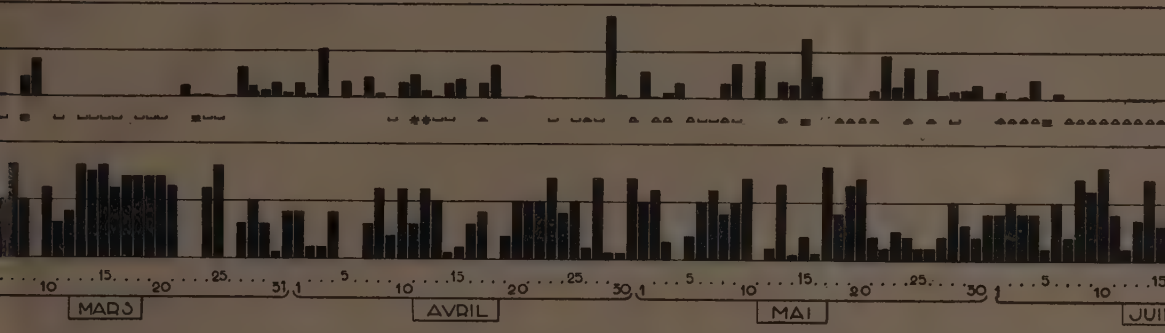
H : P GLUMARUM EN HIVER SUR NOÉ
(MOYENNE des NOTES de 10 PIEDS (S_1) CONTAMINÉES le 29 NOVEMBRE)

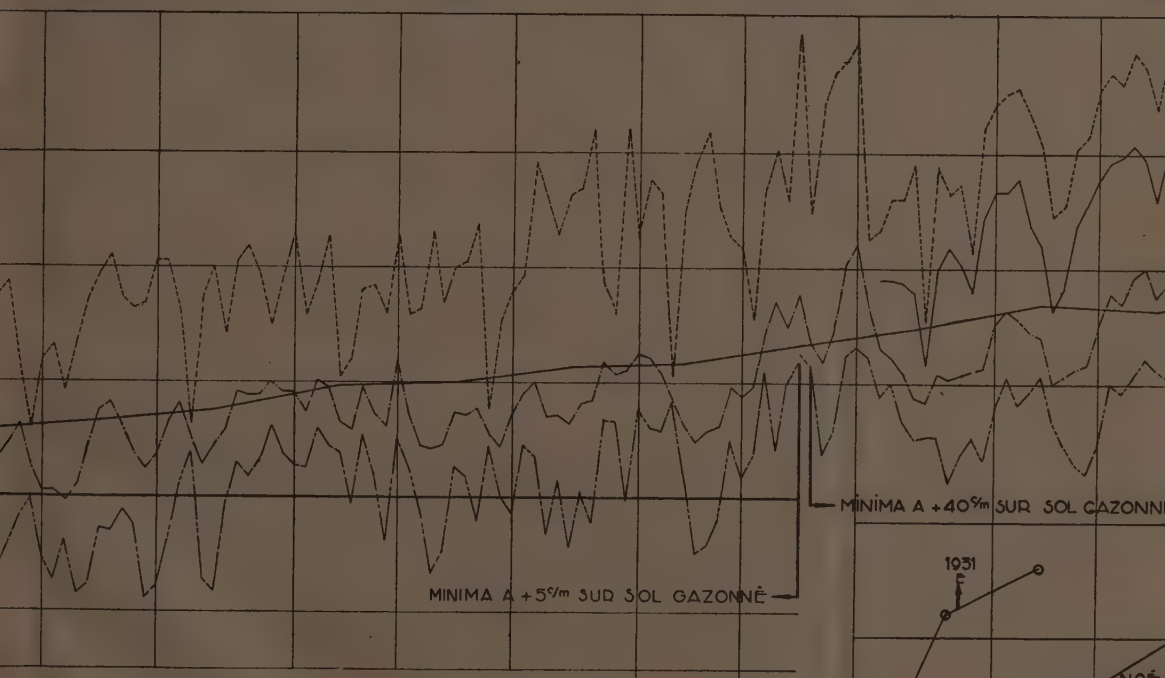
S_1 SEMIS
S_2 ___
S_3 ___

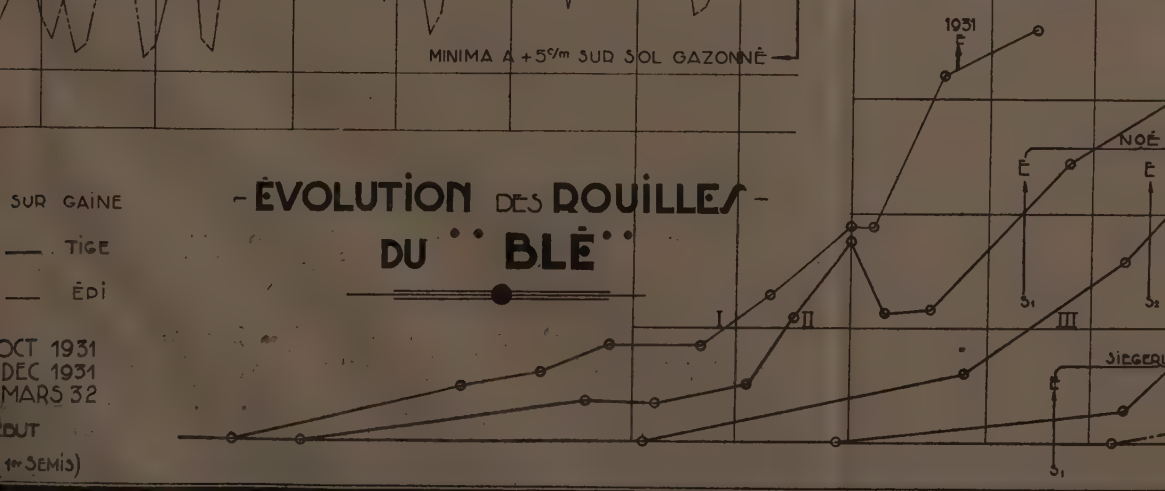
P DATE
S_1 D'ÉPI

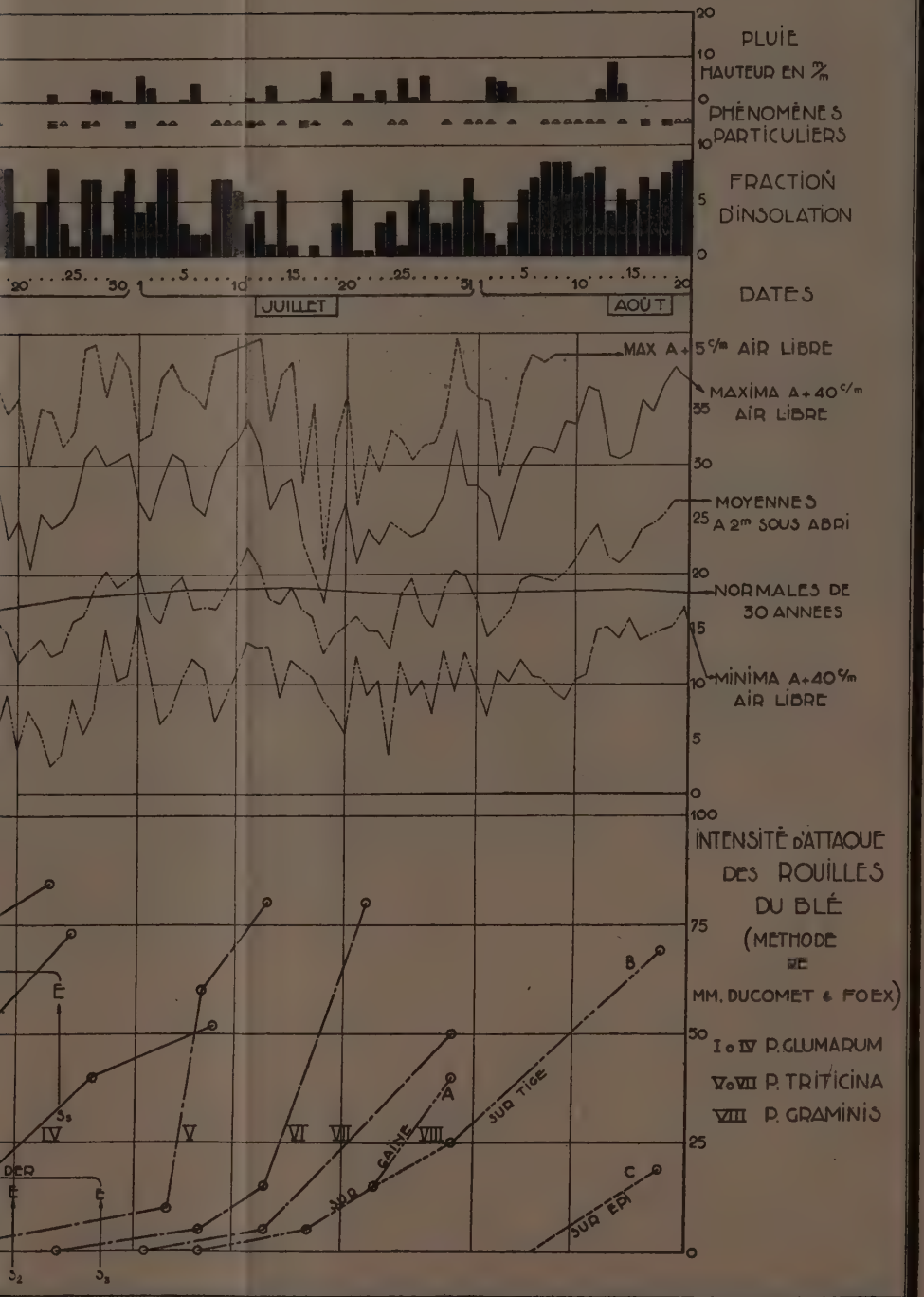
GRONOMIQUES DE VERSAILLES

CIE — 1931-32








PLUIE
HAUTEUR EN m/m
PHÉNOMÈNES PARTICULIERS
FRACTION D'INSOLATION
DATES
JUILLET
AOÛT
MAX A+5 c/m AIR LIBRE
MAXIMA A+40 c/m AIR LIBRE
MOYENNES A 2m SOUS ABRI
NORMALES DE 30 ANNEES
MINIMA A+40 c/m AIR LIBRE
INTENSITÉ D'ATTAQUE DES ROUILLES DU BLÉ (METHODE DE MM. DUCOMET & FOEX)
I o IV P. GLUMARUM
V o VII P. TRITICINA
VIII P. GRAMINIS
SUR TIGE
SUR GAINE
SUR FEUILLE
A
B
C
E
IV
V
VI
VII
VIII

nouveaux foyers de printemps se formaient à proximité ou sur l'emplacement des foyers d'hiver.

En 1931, c'est sur Bladette de Besplas (en face des repousses) que nous trouvons les premières pustules de *P. glumarum*, le 27 mars.

En 1932, c'est sur Noé contaminé en hiver (F_1) que nous les trouvons le 2 avril.

Les foyers F_1, F_2, F_3, F_4 réapparaissent sur l'emplacement des foyers d'hiver, ce qui confirme, une fois de plus, l'importance de l'environnement quand on étudie le comportement des différentes variétés aux rouilles : il faut être certain que les germes infectieux soient présents.

Au début du mois de juin, les Noé des foyers F_1, F_2, F_3, F_4 étaient beaucoup plus jaunes (de pustules de *P. glumarum*) que les Noé extérieurs à ces zones, et l'on pouvait, à la couleur des lignes témoins, retrouver les foyers primitifs, puis les voir s'étendre d'un jour à l'autre et se rejoindre, les différences de coloration s'atténuant de plus en plus. Une autre année, il faudrait sinon contaminer tous les Noé encadrants, du moins opérer ces contaminations un peu partout dans les parcelles.

Voici les dates d'apparition et de généralisation de *P. glumarum*.

Année	Semis	Apparition	Généralisation
1931	S_1	27 mars	15 mai
	S_2	30 avril	16-20 mai
	S_3	10 mai	21 mai
1932	S_1	2 avril	15 mai
	S_2	17 —	20 —
	S_3	27 —	25 —

On voit que pour le premier semis, il s'écoule environ quarante-cinq jours entre l'apparition et la généralisation de la maladie sur tous les Noé, alors que pour les 2e et 3e semis, cet intervalle est ramené à vingt-cinq jours environ. Le nombre croissant d'urédospores contenus dans l'air et disséminés par le vent assure la contamination des semis tardifs. Mais une contamination artificielle est utile pour accélérer la généralisation de la maladie sur le semis précoce.

Comparons l'évolution de *P. glumarum* sur Noé de premier semis en 1931 et 1932 (courbes I et II du graphique).

On voit que la courbe de 1931 présente un décalage de cinq à quinze jours

par rapport à celle de 1932 (qui est plus en retard et, de plus, présente un crochet).

L'ensemble des observations sur les autres variétés montre également que la Rouille jaune a attaqué les Blés d'une façon plus intense en 1931 qu'en 1932, car en 1931 :

Elle a été plus précoce ;

Son développement s'est poursuivi régulièrement jusqu'en juin.

Or, en 1931, rosées et pluies sont assez régulièrement réparties au cours de la saison (l'infection a pu se faire presque tous les jours) et les maxima à l'air libre n'atteignent pas 34° avant le 3 juin, d'où précocité d'une part, régularité de la courbe d'autre part. Au contraire, en 1932 jusqu'au 27 mars s'étend une longue période froide, avec le remplacement des rosées par des gelées blanches, le matin ; les précipitations sont rares.

Ces faits expliquent l'apparition généralement tardive de *P. glumarum* en 1932 sur le semis précoce, malgré l'existence de foyers d'hiver développés (n'existant pas en 1931).

De plus, des maxima élevés *précoces* les 13, 15, 17 au 20 mai, ils atteignent jusqu'à 39° à l'air libre (à + 5 cm.) et 28°6 à 2 m. sous abri) permettent d'expliquer le crochet que présente la courbe du 20 au 27 mai (en relation également avec un état hygrométrique faible).

Notons l'apparition des sores à téleutospores le 13 juin sur premier semis et leur généralisation sur les premier et deuxième semis le 30 juin.

2° *Influence de l'état de végétation.* — L'étude comparée des graphiques-fiches permet de constater que :

a) Champagne barbu, Goldendrop Bon Fermier Briard	sont attaqués surtout au stade foliaire (avec formation d'un maximum certaines années) bien avant l'épiaison.
b) Ardito, Aurore, Mentana Hybride à courte paille	au contraire, sont attaqués surtout après épiaison.

alors que :

c) Noé, Bon Fermier, Hâtif inversable	semblent également attaqués dans tout le cours de leur végétation.

3° *Influence de la date du semis.* — Les différences entre semis s'expliquent partiellement en considérant l'état de végétation et les éléments météorologiques.

Sur Noé, les courbes de développement en 1932 sont assez régulièrement décalées par rapport à la date du semis : le semis précoce est attaqué plus tôt et avec plus d'intensité que les semis tardifs.

Pour Ardito et Hybride à courte paille attaqués tardivement (surtout après épiaison), les semis tardifs peuvent échapper à *P. glumarum*, qui rencontre au stade sensible des températures trop élevées.

IV. — LA ROUILLE BRUNE

A. *Observations.* — Voici les dates d'apparition et de généralisation de *P. triticina* :

Année	Semis	Apparition	Généralisation
1931	S_1	14 juin	17 juin
	S_2	10 —	18 —
	S_3	20 —	24 —
1932	S_1	6 juin	27 juin
	S_2	22 —	27 —
	S_3	27 —	15 juillet

Il y a généralisation quand la majorité des variétés présente des sores de Rouille brune (id. pour la Rouille noire).

En 1932, les aecidies sur Thalictrum sont formées à Versailles fin mai. Le troisième semis a été très peu attaqué par *P. triticina*, mais par contre a eu de très fortes attaques d'*Erysiphe graminis* — blés touffus — maximum le 1er juillet.

A l'inverse de ce qui se passe pour *P. glumarum*, la sortie des sores de *P. triticina* se produit simultanément sur les différentes variétés sans formation nette de foyers.

B. *Influence de l'état de végétation et de la date du semis.* — Certaines variétés très attaquées par *P. glumarum* aux semis précoces ne peuvent pas l'être par *P. triticina*, car tout est desséché quand la Rouille brune arrive.

Les variétés suivantes montrent une très faible attaque sur premier semis.

Hybride à courte paille ;
Inversat ;
Vilmorin 23 ;
(Japhet et Alsace) 84 ;
K5 ;
Vilmorin 27.

V. — LA ROUILLE NOIRE

A. *Observations.* — Voici les dates d'apparition et de généralisation de *P. graminis* (forme urédospore) :

Année	Semis	Apparition	Généralisation
1931	S_1	24 juin	8 juillet
	S_2	25 —	1er —
	S_3	4 juillet	10 —
1932	S_1	26 juin	15 juillet
	S_2	26 —	15 —
	S_3	4 juillet	20 —

En 1932, les aecidies sur épine vinette sont rapportées de Grignon fin mai. Les téleutospores de *P. graminis* étaient abondantes fin juillet. Quoique tardivement, c'est le troisième semis qui a été le plus fortement attaqué par *P. graminis*.

B. *Influence de l'état de végétation et de la date du semis.* — Alors que *P. glumarum* et *P. triticina* sont surtout les rouilles des feuilles et un peu des gaines (*P. glumarum* forme ses pustules également à la face interne des glumes), *P. graminis* est, au contraire, la rouille des gaines, des tiges et des épis. *P. graminis* attaque les blés voisins de l'épiaison.

Ainsi des blés semés tard au printemps encore à l'état herbacé au mois d'août, portaient à cette époque presque uniquement du *P. triticina*, alors que des blés voisins épiés étaient fortement attaqués par *P. graminis*.

Pour les variétés suivantes le semis précoce est moins attaqué que les semis S_2 et S_3.

Hâtif inversable, Bon Fermier, Cloches 26, Vilmorin 27, P.-L.-M. 1, Providence, Piave 692, Bon Fermal, DC, Bordeaux.

VI. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

1° *Influence des éléments météorologiques.* — En plein champ, les observations ont porté seulement sur l'apparition et le développement des sores, et nous ne nous placerons qu'à ce point de vue.

Les trois Rouilles du Blé ont des exigences thermiques différentes.

Les conditions dans lesquelles leur évolution a été particulièrement active coïncident, d'une façon générale, avec les températures moyennes comprises entre :

10-15° pour la Rouille jaune ;
15-22° pour la Rouille brune ;
18-25° pour la Rouille noire.

La Rouille jaune végète bien en hiver à un moment où la Rouille noire a disparu et où la Rouille brune est en moins grande abondance. Cependant, des températures de —10° à —14° en plein air ont amené la disparition des pustules de Rouille jaune avec les feuilles qui les portaient.

D'autre part, quand les maxima dépassent 28°-30° en plein air, pendant plusieurs jours, la Rouille jaune n'évolue plus, alors que les deux autres continuent à se développer.

Au printemps, l'ordre général d'apparition et de première extension est le suivant :

1° Rouille jaune : fin mars-avril ;

2° Rouille brune : juin ;

3° Rouille noire : fin juin-juillet.

Les intensités maxima s'observent aux époques suivantes :

1° Rouille jaune : mai-juin ;

2° Rouille brune : juin-juillet ;

3° Rouille noire : juillet-août jusqu'à la moisson,

en relation d'ailleurs, non seulement avec les éléments météorologiques, mais aussi avec l'état de végétation.

La Rouille jaune attaque surtout les feuilles, rarement les glumes ;

La Rouille brune attaque surtout les feuilles ;

La Rouille noire attaque surtout les gaines, les tiges et les épis, ses dégâts sur tiges sont particulièrement désastreux.

2° *Comportement de quelques variétés vis-à-vis des trois Rouilles.* — L'étude comparée des graphiques-fiches permet de vérifier, une fois de plus, les deux règles établies par la Station de Grignon :

1° Une variété n'offre pas aux trois espèces de Rouille le même degré de sensibilité ou de résistance ;

2° Aux divers stades de son développement une variété de Blé n'offre pas le même degré de sensibilité ou de résistance vis-à-vis d'une espèce donnée de Rouille.

Voici, à titre d'exemple, le comportement de quelques variétés vis-à-vis des trois Rouilles :

Variétés	P. glumarum	P. triticina	P. graminis	Type
Noé, Bon Fermier, Hâtif inversable.	Attaque pendant toute la végétation.	Néant. Sec.	Attaque variable	A
Mentana, Ardito, Hybride à courte paille.	Attaque tardive surtout à partir de l'épiaison.	Néant. Sec.	Attaque variable	B
Bon Fermier Briard, Goldendrop, Champagne barbu.	Attaque pendant la phase foliaire avant épiaison.	Très attaqué.	Attaque variable	C
A_4, Alliés, Alsace 22, Siegerlander, B_2.	Peu attaqué.	Très attaqué.	Attaque variable	D
Hope, K_5, Warren, Préparateur Etienne.	Peu attaqué.	Attaque variable.	Peu attaqué.	E
Saisette, NR, Olympique 31.	Attaque variable.	Attaque variable	Très attaqué.	F

Variétés sur lesquelles l'intensité des Rouilles s'est montrée nulle ou faible au cours des deux années (les variétés expérimentées une seule année ne sont pas indiquées) :

P. glumarum : Piave 692, NR, BI, Ile de France, Folnaozona 658, Providence, P. L. M. I., B2 (Schribaux), Institut Agronomique, Siegerlander, Warren, Hope, Goldendrop 184, Alliés, Alsace 22, DC, Eral, Ernest Lemaire, Forel, Hâtif de Wattines.

P. triticina : Hope, Piave 692, Vilmorin 27, Vilmorin 29.

P. graminis : Carlotta Strampelli, Hope, K5, Mentana, Préparateur Etienne, P. L. M. I., Providence, Riéti II, Warren.

3° *Variétés se classant en tête* à Versailles pendant les deux années 1930-1931 et 1931-32 au point de vue attaque des Rouilles.

La rouille brune, par son attaque tardive sur feuilles ne présente en général qu'une faible importance agricole (jusqu'ici), alors que la Rouille jaune et la Rouille noire occasionnent certaines années dé véritables désastres en France. C'est pourquoi nous avons classé en tête surtout les variétés peu attaquées par *P. glumarum* et *P. graminis*.

Les chiffres expriment les *maxima observés* en pour cent
(Tr. p. = très peu ; tr. = note inférieure à 5 p. c. ; att. = attaqué)

Variétés	P. glumarum		P. triticina		P. graminis	
	1931	1932	1931	1932	1931	1932
Hope	Non att. 0	T. p. at. 5	Non att. 0	Non att. 0	Non att. 0	T. p. at. 5
Préparateur Etienne	Peu 27	Peu 23	Assez 42	Assez 60	Non 0	Tr. p. 10
Warren	Non 0	Tr. p. 11	Très 81	Très 80	Peu 21	Tr. p. 10
Piave 692	Non 0	Non 0	Non 0	Tr. p. tr.	Non 0	Assez 50
Ile de France	Non 0	Tr. p. tr.	—	Peu 25	Peu 20	Peu 27
K5	Peu 22	Peu 20	Très 70	Assez	Non 0	Peu 20
P. L. M. I.	Tr. p. tr.	Tr. p. 5	Très 89	Très 90	Peu 20	Peu 27
Providence	Tr. p. tr.	Non 0	Peu 18	Assez 60	Peu 22	Peu 30
Folnaozona 658	Non 0	Tr. p. tr.	Assez 43	Très 80	Assez 35	Assez 39
Institut Agronomique	Tr. p. 5	Tr. p. 5	Très 70	Très 80	Assez 50	Assez 55
Alliés	Tr. p. 12	Tr. p. 7	Très 90	Très 90	Assez 40	Assez 50
Cloches 26	Peu 22	Assez 50	Peu 21	Assez 60	Peu 24	Peu 25

Ce tableau ne doit pas être considéré comme un classement de résistance à proprement parler. Il traduit simplement les résultats des observations que nous avons effectuées pendant deux ans dans le milieu où nous avons travaillé.

LE TRAITEMENT DES GRAINES DE COTON ET DE BLE, PAR LA CHLOROPICRINE

par C.-R. Shabetai
Docteur de l'Université de Paris

I. — LA GRAINE DE COTON

Des pertes considérables sont imputées au Ver rose (*Pectinophora* ou *Gelechia gossypiella* Saund.) dans toutes les régions où l'on cultive le coton. En Egypte notamment, les dégâts causés par cet insecte, évalués en 1927, par C.-B. Williams, alors directeur du Service Entomologique au Ministère de l'Agriculture, étaient estimés de 10 à 30 pour cent de la récolte totale, autrement dit à plus de 10 millions de livres égyptiennes. Le préjudice aux récoltes cotonnières en Amérique et dans les colonies françaises est également très important et Perrier de la Bathie qui a signalé la présence d'un Ver rose, dont les observations biologiques se rapportent à *P. gossypiella*, dans la région de Marovoay (Madagascar), rapporte que cet insecte détruit souvent plus de 80 % des capsules des Cotonniers qu'il a attaqués.

Aussi, le problème du Ver rose est-il depuis fort longtemps l'objet d'actives investigations, et actuellement la biologie de l'insecte est parfaitement connue. Il suffira donc d'en donner ici un petit aperçu, emprunté en majeure partie à M. Paul Vayssière (1).

Les œufs — environ 1 mm. de long et 0,5 mm. de large — sont pondus isolément ou par petits groupes, souvent de un à quatre œufs, vers le sommet de la capsule. Les papillons femelles doivent pondre, ainsi que la dissection a permis de s'en rendre compte, une centaine d'œufs. L'incubation dure de quatre à douze jours et la chenille pénètre immédiatement dans la capsule et se nourrit des parois tendres et des tissus qui séparent les deux

(1) Paul Vayssière. — Les insectes nuisibles au Cotonnier dans les colonies françaises. Ed. à la Soc. d'Ed. géographiques, maritimes et coloniales, 1930.

parties de la capsule. Le plus souvent, la chenille pénètre près du sommet et perfore les parois afin d'arriver aux graines les plus basses. Elle les mange progressivement une à une en s'élevant vers le sommet ; quelquefois le mouvement est inverse.

En été, l'évolution de la chenille, de l'éclosion au filage du cocon dure de vingt à trente jours ; mais cette période peut se prolonger pendant les froids ou les excès de sécheresse. En Egypte, à l'exception toutefois des régions sèches de la Haute-Egypte, l'insecte trouve généralement, pendant la saison de son activité, une température et un degré d'humidité favorables à son développement et pouvant assurer une mortalité minime aux œufs fraîchement éclos et aux jeunes chenilles. Ces chenilles, à leur complet développement, ont de 11 à 13 mm. de long et ont une couleur blanche avec la surface dorsale fortement teintée de rose. Elles tissent leur cocon et leur chrysalide, dans les conditions normales, dans une capsule à l'intérieur de la dernière graine attaquée en ayant soin de ménager, au préalable, dans la paroi ligneuse de la capsule, un trou rond qui servira à l'adulte pour s'échapper.

La chrysalide — 8 à 10 mm. de long et de couleur brun-rougeâtre — a une durée d'évolution de dix à vingt jours. Pour Busck, il est exceptionnel que la chenille tombe sur le sol et s'enterre pour se transformer. D'après Gough, au contraire, les chenilles quittent invariablement les capsules et vont se chrysalider sur le sol, sous les déchets ou sous les feuilles mortes.

Un certain nombre de chenilles hiverne également dans le sol des plantations.

L'adulte — 15 à 20 mm. d'envergure, de couleur brunâtre — est crépusculaire ou nocturne et est rarement aperçu au cours de la journée. Il peut vivre environ trente-deux jours, mais ne vit en moyenne que quatorze à vingt jours. La ponte commence trois à quatre jours après l'apparition des femelles.

Le cycle complet de l'insecte, au milieu de l'été, s'accomplit souvent en trente-cinq jours et se prolonge pour ne s'effectuer qu'en trois ou quatre mois, lors des jours les plus froids. On compte quatre, cinq et même six générations par an.

Un cetain nombre de chenilles, au lieu de se chysalider, entre en période de repos ou de diapause (resting larvae) qui peut durer six, dix-huit mois et même deux ans et demi. D'après Willcocks, ces chenilles à long cycle se rencontrent presque exclusivement dans les graines ou dans les capsules abandonnées dans les champs : elles ne se nourrissent pas et diminuent de poids d'une façon continue de février à juillet.

En dehors des mesures préventives, se rapportant à l'époque d'ensemen-

cement, etc., et la destruction des déchets et des arbustes des Cotonniers après la cueillette, c'est dans le traitement de la graine que l'on a cherché le moyen le plus sûr d'exterminer le ver rose, et les principaux pays producteurs du coton ont adopté le traitement de la graine, aussitôt après l'égrenage, par l'air chaud à une température —60° C., assurant plus ou moins la mortalité des vers, sans nuire au pouvoir germinatif des graines. Ils emploient pour cela de grandes machines alimentées à la vapeur avec tous les accesssoires : régulateurs de pression et de température, purgeur, etc., que ce traitement comporte.

Toutefois, il n'est pas très aisé de traiter ainsi de grandes masses de graine sans encourir le risque de détruire le pouvoir germinatif d'une partie de la graine par surchauffage ou de laisser échapper des vers vivants dans une autre partie par insuffisance de traitement. Ayant appris que les Services du Ministère des Colonies utilisent la chloropicrine en vue de débarrasser les graines de coton du ver rose, sans les endommager, j'ai repris l'étude faite à ce sujet par P. Vayssière, dont les recherches sont à la base des mesures officielles (1).

La chloropicrine, découverte par J. Stenhouse en 1848, s'obtient par l'action du chlorure de chaux sur une solution d'acide picrique. C'est un liquide transparent, incolore, très réfringent et qui possède des propriétés lacrymogènes (2) et suffocantes. La formule de ce corps est CCl^3NO^2 ; ses propriétés ont été étudiées par Gabriel Bertrand en 1919 ; il en a également mesuré la toxicité à l'égard de certains animaux inférieurs, tels que le Puceron du Fusain du Japon; l'Eudémis de la grappe et la Tenthrède du Peuplier (3). D'autres essais furent faits par Gabriel Bertrand et Dassonville (4) sur le traitement de la gale des Equidés, et par les mêmes auteurs avec Brocq-Rousseu sur la destruction de la Punaise des lits (5) et sur la destrustion du Charançon du riz (6) et *Tribolium navale* (7).

D'autres auteurs : Moore (8), Piutti et Mango (9), Neifert et Gar-

(1) Vayssière (P.). — Propriétés insecticides de la chloropicrine, leur utilisation dans la désinfection des semences de coton. *L'Agronomie Coloniale*, p. 249, août 1922.

(2) Ce mot a été formé par Gabriel Bertrand, par l'apposition de la racine latine (lacrymâ) à la racine grecque (gennân). *Compt. Rend. Ac. Sc.*, *171*, 965 (1920).

(3) Bertrand (G.). — *Compte Rendu Ac. Sc.*, *168*, 742-4 (1919).

(4) Bertrand (G.) et Dassonville. — *Compte Rendu Ac. Sc.*, *169*, 486-9 (1919).

(5) Bertrand (G.), Brocq-Rousseu et Dassonville. — *Compte Rendu Ac. Sc.*, *169*, 441-3 (1919).

(6) Bertrand (G.), Brocq-Rousseu et Dassonville. — *Compte Rendu Ac. Sc.*, *169*, 880-2 (1919).

(7) Bertrand (G.), Brocq-Rousseu et Dassonville. — *Compte Rendu Ac. Sc.*, *169*, 1428-

(8) Moore (W.). — *J. Econ. Ent.*, *11*, 357-62 (1918).

(9) Piutti (A.) et Mango (A.). — *C. R. Accad. Sc. Napoli*, *26*, *77* (1920).

RISON (1), WILLE (2), YAMAMOTO (3), PIÉDALLU (4), STRAND (5), MIÈGE (6), etc., ont publié d'intéressants travaux sur l'emploi de la chloropicrine comme parasiticide, mais surtout pour le traitement des insectes attaquant les céréales. On trouve galement une étude de G. BERTRAND et Mme ROSENBLATT sur l'action de la chloropicrine sur la levure et la fleur de vin (7), sur quelques fermentations bactériennes (8) et sur les ferments solubles (9). G. BERTRAND a aussi employé cette substance pour l'étouffage des cocons du ver à soie (10).

Tout portait donc à croire que la chloropicrine pouvait être avantageusement employée pour le traitement de la graine de coton. Mes expériences ont été faites en grande partie au Laboratoire de Chimie Biologique de la Faculté des Sciences, à l'Institut Pasteur, sous la bienveillante direction de M. le Professeur Gabriel BERTRAND à qui je dois tant de précieux conseils. Une partie du travail a été faite au Laboratoire de Chimie et dans les champs d'expérience du Ministère de l'Agriculture, à Ghizeh (Egypte).

Des expériences ont d'abord été faites en vue de déterminer les doses de chloropicrine et les durées d'action minima mortelles pour le ver rose. J'ai fait usage de flacons à large col d'une capacité exacte de deux litres munis d'un bouchon en caoutchouc fermant hermétiquement. Par le moyen de pipettes capillaires préparées à cet effet et pouvant délivrer des gouttes uniformes pesant huit à dix milligrammes, j'introduisais dans ces flacons les doses voulues de chloropicrine. Les flacons étaient rapidement bouchés et agités lentement jusqu'à volatilisation du liquide et la dispersion de la vapeur d'une manière égale dans l'atmosphère du flacon.

Les chenilles du ver rose étaient prises, une ou deux heures avant l'expérience, dans de la graine de coton infestée et mises dans un nouet de gaze contenant quelques graines de coton. Le nouet, attaché par un fil très fin, était subitement introduit dans le flacon et celui-ci bouché aussitôt, en maintenant le fil entre le col du flacon et le bouchon. Le nouet demeurait ainsi suspendu dans une atmosphère de chloropicrine à concentration connue et y demeurait pendant une période de temps déterminée. La vapeur de chloropicrine étant plus dense que l'air, les flacons étaient agités de

(1) NEIFERT (I.-E.) et GARRISON (G.-L.). — *U. S. Dep t. Agr. Bull.*, *893*, 1-16 (1920).
(2) WILLE (I.). — *Z. Angew. Entom.*, *7*, 296-310 (1921).
(3) RYO YAMAMOTO. — *Rikwagaku Kenkyujo Ihô*, *1*, 1-8 (1922).
(4) PIEDALLU (A.). — *Chim. et Ind.*, N° spécial, 740-2 (mai 1924).
(5) STRAND (A.-L.). — *Minn. Agr. Expt. Sta. Techn. Bull.*, *49*, 1-59 (1927).
(6) MIÈGE (E.). — *Comp. Rend. Ac. Sc.*, *172*, 170-3 (1921).
(7) BERTRAND (G.) et Mme ROSENBLATT. — *Compte Rendu Ac. Sc.*, *170*, 1350-2 (1920).
(8) BERTRAND (G.) et Mme ROSENBLATT. — *Compte Rendu Ac. Sc.*, *170*, 1468-71 (1920).
(9) BERTRAND (G.) et Mme ROSENBLATT. — *Compte Rendu Ac. Sc. 171*, 137-9 (1920).
(10) BERTRAND (G.) et Mme ROSENBLATT. — *Compte Rendu Ac. Sc.*, *178*, 1656 (1924).

temps en temps. A la fin de l'expérience, les nouets étaient retirés et les insectes laissés sous surveillance dans des boîtes recouvertes de tulle où ils pouvaient respirer et se nourrir librement. Les expériences étaient faites à la lumière du jour au laboratoire et les températures minima et maxima du milieu étaient notées. Quelques expériences faites à l'obscurité, en flacons colorés, ont montré que les résultats étaient les mêmes que ceux obtenus en flacons incolores.

Des expériences « témoins » étaient également faites en laissant des chenilles dans les mêmes flacons, sans chloropicrine, pendant des durées de 24, 48 et 72 heures et ensuite dans les boîtes d'observation. Le résultat de ces expériences est donné dans le tableau suivant :

On constate que des insectes, dans les lots traités à faibles doses, bien qu'apparemment morts, immédiatement après le traitement, s'étaient ranimés après aération. Par contre, dans les lots exposés à une atmosphère de chloropicrine plus concentrée, des insectes encore animés immédiatement après le traitement, étaient morts au bout de quelques jours.

En somme, un traitement de soixante-douze heures avec 5 mgr. de chloropicrine par litre, ou de vingt-quatre heures avec 8 à 10 mgr. par litre, ou de huit heures avec 20 mgr. par litre, ou enfin d'une heure avec 100 mgr. par litre, est suffisant pour détruire le ver rose du coton.

Cela étant déterminé, il a fallu vérifier si ce traitement affectait le pouvoir germinatif de la graine. Les expériences étaient conduites de la manière suivante : des lots de 200 gr. de graine des deux variétés : Giza 7 et Sakellaridis, étaient traités avec des doses de chloropicrine déterminées pendant des durées également fixées. Après le traitement, les graines étaient exposées à l'air pour leur aération et l'évaporation de la chloropicrine pendant dix heures ; ainsi, des échantillons traités, après aération, ne sentaient plus du tout l'odeur de la substance insecticide. La germination des graines était faite sur une couche de coton hydrophile de même épaisseur dans de grandes boîtes de Pétri. Le coton était humecté avec 40 cmc. d'eau distillée et 150 graines environ, après triage pour séparer les graines détériorées ou cassées, étaient dispersées uniformément sur la couche d'ouate. Les graines étaient ensuite couvertes par une rondelle de papier filtre mouillé et introduites dans une étuve de germination du type « Hearson » maintenue à la température constante de 30° C. à l'obscurité. Après vingt-quatre heures, les graines étaient arrosées avec 20 cmc. d'eau distillée et après vingt-quatre autres heures, elles taient retirées de l'étuve et les graines non germées comptées. Pour chaque lot, il a été fait dix échantillons, soit environ 1.500 graines et le pourcentage des graines non germées a été calculé sur toute la quantité. Les mêmes expériences étaient faites également avec des lots « témoins » non traités. Le tableau suivant montre les résultats obtenus.

ACTION DE LA CHLOROPICRINE SUR LE VER ROSE DU COTON

Nombre d'insectes	Dose mmg. par litre	Durée du traitem. en h.	Température Min.-Max.	Nombre d'insectes apr. le traitement		Nombre d'insectes vivants après 1 jour	Nombre d'insectes morts chaque jour												Nombre d'insectes vivants après 15 jours
				vivants	morts		2e	3e	4e	5e	6e	7e	8e	9e	10e	11e	12e	13e	14e	15e	
130	5	24	17-23	27	103	30	4	—	2	1	4	—	3	—	2	—	4	2	—	—	8
36	0 (1)	24	17-20,5	26	0	35															
120	5	48	17-22,5	1	119	5	—	2	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	
48	0 (2)	48	16-20	46	2	44															
77	5	72	16,21	2	75	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
36	0 (3)	72	16-21	33	3	33															
50	8	12	18-20,5	22	28	14	3	2	3	1	—	2	2	—	—	—	—	—	—	1	
100	8	20	16,5-20,5	3	97	5	—	—	—	—	1	2	2								
50	8	24	16-20	0	50	0															
50	10	20	16,5-19,5	1	49	0															
50	10	24	17-20,5	1	49	1	—	1													
50	10	24	17-21,5	0	50	2	—	2													
50	10	48	16,5-20	0	50	0															
60	20	4	17-20,5	53	7	41	8	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	—	2	3	15
84	20	8	17-20,5	27	57	1	—	1													
40	40	1	18,19	40	0	37	—	—	—	—	—	—	2	1	2	—	1	2	3	5	21
50	40	1 1/2	18,19	46	4	33	2	2	2	—	—	—	2	1	2	—	1	2	2	1	16
50	40	2	18,5-19,5	38	12	20	—	—	—	4	—	1	1	2	—	—	1	2	1	2	6
50	40	3	19,5-21	13	37	6	4	—	—	—	1	—	—	1							
60	50	2	21,5-23	24	36	7	1	—	1	4	1										
59	100	1	22-24	10	49	0															

(1) Témoin. — Après trente jours, il y avait 24 larves vivantes et 2 chrysalides.

(2) — — — 28 — 4 —

(3) — — — 26 — 1 —

Action de la chloropicrine sur le pouvoir germinatif de la graine de coton

Variété	Lot n°	Traitement à la chloropicrine : Concentration gr. par m³	Traitement à la chloropicrine : Durée du traitement en heures	Graines non germées %
Giza 7	0	0 (témoin)	0	2,8
—	1	5	72	8,0
—	2	10	12	2,7
—	3	10	24	3,2
—	4	10	48	5,4
—	5	20	8	4,3
—	6	20	12	6,1
—	7	20	24	6,6
—	8	48	48	8,7
—	9	30	8	5,6
—	10	30	12	7,4
—	11	30	24	7,2
—	12	50	4	8,5
—	13	100	2	5,6
—	14	100	4	6,4
Sakellaridis	00	0 (témoin)	0	4,8
—	15	5	72	4,2
—	17	10	24	5,2
—	18	10	48	9,2
—	19	20	8	5,0
—	21	20	24	8,0
—	22	20	48	5,8
—	24	30	12	7,8
—	27	100	2	9,1
—	28	100	4	13,0

Ces différents traitements n'ont pas ou presque pas affecté le pouvoir germinatif de la graine (8,8 % au maximum), bien que les doses ou les durées de traitement fussent quelquefois supérieures à celles qui ont suffi pour la destruction du ver rose. Ces dernières doses peuvent donc même être augmentées dans le cas du traitement de la graine en grandes quantités sans encourir le risque d'affecter sensiblement son pouvoir germinatif.

Ces graines traitées et ayant conservé leur capacité de germer n'ont d'ailleurs subi aucun préjudice, du fait du traitement, pouvant affecter la croissance ou le rendement des arbustes qu'elles donnaient à la culture. Je m'en suis assuré en cultivant plusieurs lots de graines traitées avec des doses différentes et en comparant la croissance et le rendement des cotonniers avec des

lots « témoins ». Je me suis servi pour cela d'une parcelle de trrain de 175 m. carrés à la Station d'Expérience du Ministère de l'Agriculture à Ghizeh que j'ai ensemencée avec quelques-uns des lots traités qui avaient servi aux expériences sur la germination. La distribution des semences dans la parcelle était faite de sorte que chaque lot était dispersé dans toute la parcelle, les graines du même lot n'avoisinant pas. Des graines non traitées y étaient également intercalées pour servir de témoin. L'ensemencement a eu lieu le 15 mars 1931. Dans chaque trou, et à une distance de 35 cm., j'ai placé huit graines et lorsque les plantules avaient atteint une hauteur de 8 à 10 cm., j'ai laissé deux pousses seulement dans chaque trou, ainsi qu'il est généralement pratiqué.

Les lots suivants ont servi à l'expérience :

Variété	Lot n°	Traitement à la chloropicrine		
		Concentration gr. par m³	Durée du traitement en heures	Nombre de plantes
Giza 7	0	0 (témoin)	0	66
—	1	5	72	52
—	2	10	12	48
—	3	10	24	58
—	4	10	48	52
—	5	20	8	57
—	6	20	12	55
—	7	20	24	60
—	8	20	48	67
—	9	30	8	58
—	10	30	12	55
—	11	30	24	58
—	12	50	4	51
—	13	100	2	50
—	14	100	4	66
Sakellaridis	00	0 (témoin)	0	66
—	21	20	24	67
—	22	20	48	74
—	24	30	12	70
—	27	100	2	69
—	28	100	4	73

Durant toute la durée de l'expérience, les plantes étaient observées hebdomadairement ; la croissance était normale. Le 1er août, quatre mois et demi après l'ensemencement, la mesure de la hauteur des plantes exprimée en moyenne pour chaque lot, m'a donné les chiffres suivants :

Lot n°	Hauteur moyenne d'une plante	Lot n°	Hauteur moyenne d'une plante
	m.		m.
0	0,95	00	1,10
1	0,91	21	1,10
2	0,92	22	1,10
3	0,94	24	1,20
4	0,97	27	1,20
5	0,87	28	1,20
6	0,93		
7	1,00		
8	0,93		
9	0,93		
10	0,86		
11	0,82		
12	0,90		
13	0,88		
14	0,93		

Le nombre de fleurs, de capsules vertes et de capsules mûres, comptées le 31 août, était :

Lot n°	Nombre de plantes	Nombre de : Fleurs	Capsules vertes	Capsules mûres	Moyenne par plante : Fleurs	Capsules vertes	Capsules mûres	Totale
6	66	22	481	450	0,3	7,3	6,8	14.4
1	52	8	366	404	0,8	7,0	7,8	15,0
2	48	17	344	377	0,4	7,1	7,9	15,4
3	58	19	414	391	0,3	7,1	6,7	14,1
4	52	18	348	416	0,3	6,7	8,0	15,0
5	57	11	350	393	0,2	6,1	6,9	13,2
6	55	14	403	364	0,2	7.1	6,6	13,9
7	60	21	317	374	0,3	5,3	6,2	11,8
8	67	7	349	446	0,1	5,2	6,7	12,0
9	58	18	328	363	0,3	5,7	6,3	12,3
10	55	9	306	356	0,2	5,6	6,5	12,3
11	58	6	254	418	0,1	4,4	7,3	11,8
12	50	20	282	361	0,4	5,6	7,2	13,2
13	50	20	282	361	0,4	5,6	7,2	13,2
14	66	21	337	429	0,3	5,1	6,5	11,9
00	66	28	403	136	0,4	6,1	2,1	8,6
21	67	29	342	227	0,4	5,3	3,4	9,1
22	74	36	462	141	0,5	6,3	1,9	8,7
24	70	33	418	119	0,5	6,0	1,7	8,2
27	69	18	416	121	0,3	6,0	1,8	8,1
28	73	29	439	224	0,4	6,0	3,1	9,5

Et enfin, le poids de coton produit, à la cueillette et pesé séparément pour chaque lot, était :

Lot n°	Nombre de plantes	Poids du coton en gr. 1re cueillette	Poids du coton en gr. 2e cueillette	Moyenne par plante 1re cueillette	Moyenne par plante 2e cueillette	Moyenne des deux cueillettes
—	—	—	—	—	—	—
0	66	1.205	70	18,3	1,1	19,4
1	52	1.005	50	19,3	1,0	20,3
2	48	1.030	50	21,3	1,0	22,3
3	58	1.025	60	17,7	1,0	18,7
4	52	995	55	19,1	1,0	20,1
5	57	955	35	16,7	0,6	17,3
6	55	895	45	16,3	0,8	17,1
7	60	830	50	13,8	0,8	14,6
8	67	1.090	40	16,7	0,5	17,2
9	58	925	35	15,9	0,6	16,5
10	55	900	45	18,2	0,8	19,0
11	58	980	45	16,9	0,8	17,7
12	51	1.145	70	22,5	1,0	23,5
13	50	1.050	35	21,0	0,7	21,7
14	66	1.205	45	18,3	0,7	19,0
00	66	295	65	4,5	1,0	5,5
21	67	305	60	4,6	1,0	5,6
22	74	255	55	3,4	0,8	4,2
24	70	240	65	3,4	0,9	4,3
27	69	255	75	3,7	1,0	4,7
28	78	440	55	6,0	0,8	6,8

En tenant compte du rendement différent des deux variétés Giza 7 et Sakellaridis — le rendement de la première variété étant, en général, environ le double de celui de la seconde varité — il est aisé de constater que la croissance et le rendement des lots traités sont pratiquement comparables à ceux des lots témoins.

Il y a donc tout intérêt à faire subir aux graines de coton, aussitôt après l'égrenage, un traitement convenable avec la chloropictrine qui peut assurer la destruction des chenilles du ve rrose sans nullement affecter le pouvoir germinatif des graines ni leur capacité le produire, à la culture, des plantes saines à croissance et rendement normaux. Tandis que le traitement à l'air chaud, à cause des difficultés pratiques au maintien d'une température constante pendant le passage des masses de graines dans les étuves et à la réglementation de la durée de séjour de la graine à l'intérieur de ces étuves, n'est pas sans aléa — des cas de surchauffe ou d'insuffisance de traitement sont, en effet, très fréquents —, le traitement avec la chloropicrine offre les avantages d'une plus grande précision et peut-être même des avantages économiques.

II. — LA GRAINE DE BLÉ

J'ai mentionné, au commencement du chapitre précédent, les travaux de quelques auteurs sur l'action de la chloropicrine sur les insectes attaquant les céréales et sur le pouvoir germinatif de celles-ci. Ces travaux m'ayant semblé insuffisants et manquant quelquefois de concordance, j'ai repris l'étude sur l'action de la chloropicrine sur le Charançon du Blé (*Calandra granaria*), le Charançon du Riz (*Calandra oryzae*) et sur le pouvoir germinatif du blé.

De même, que pour les chenilles du ver rose, j'ai fait subir aux charançons des traitements avec des doses différentes de chloropicrine et pendant des durées variées. Les tableaux suivants montrent les résultats obtenus :

Action de la chloropicrine sur le Charançon du Blé
(Calandra granaria)

Dose en mgr. par litre	Durée du traitement en heures et min.	Température C°	Nombre d'insectes	Insectes vivants après le traitement	Nombre d'insectes vivants après : 1 jour	2 jours	3 jours	4 jours
5	1,30	29	10	8	0			
5	2	29	10	2	2	2	0	
5	2,30	29	10	4	0			
5	4,30	29	10	2	0			
10	0,45	30	20	20	8	8	8	8
10	1,30	30	20	10	8	6	6	6
10	2	30	15	9	2	2	1	1
10	2,30	30	15	2	2	2	1	1
10	3	30	15	2	0			

Action de la chloropicrine sur le Charançon du Riz
(Calandra oryzae)

Dose en mgr. par litre	Durée du traitement en heures et min.	Température C°	Nombre d'insectes	Insectes vivants après le traitement	Nombre d'insectes vivants après : 1 jour	2 jours	3 jours	4 jours
5	1	29	46	34	4	2	1	1
5	2	29	46	20	2	0		
5	3	29	50	4	0			
5	4	30	46	4	0			
5	5	30	46	2	0			
10	0,30	29	46	36	13	7	6	6
10	0.40	30,5	48	14	8	6	6	6
10	0,45	30,5	42	14	10	8	8	8
10	1	29	46	26	4	0		
10	1,30	29	42	8	4	0		
10	2	29	48	0				

Ces résultats concordent bien avec ceux obtenus par G. Bertrand, Brocq-Rousseu et Dassonville, en 1919.

Quant aux essais sur le pouvoir germinatif du Blé, ils étaient faits sur une variété de Blé « Hindi », récoltée en 1931, à la Station d'Expériences de Ghizeh. La même technique appliquée aux graines de coton a été suivie, mais sur une plus vaste échelle. Le tableau suivant montre les pourcentages des graines non germées pour chaque lot.

Action de la chloropicrine sur le pouvoir germinatif du Blé

Pourcentages des graines non germées

Concentration gr. par m³	Durée du traitement en heures							
	3	6	9	12	24	48	72	96
5					4,2	4,9	6,0	6,3
10				4,5	4,8	9,5	11,7	13,1
20				9,2	15,3	14,3	19,4	
30				9,0	16,8	16,7	26,7	
40	3,0	11,1	13,7	18,0	22,9	20,6	25,0	
50	4,2	13,4	19,4	24,0	26,8	27,0	28,8	
60	9,1	15,8	24,7	27,7	30,3	34,8		
70	11,1	15,6	29,8	30,9	38,4	46,8		
80	16,0	12,9	19,6	30,9	43,7	47,7		
18,4	13,4	20,6	32,0	39,8	47,8			
100	21,0	21,2	30,5	38,6	41,9	43,6	43,9	

J'ai ensuite poussé le traitement jusqu'à une concentration de 100 mgm. par litre d'espace et pendant une durée de 96 heures. Les graines ainsi traitées ont été laissées à l'étuve de germination pendant cinq jours, la température, l'humidité et l'aération nécessaires ayant été maintenues. J'ai obtenu les résultats suivants :

Lot	Nombre total de graines	Nombre de graines non germées	Nombre de graines ayant donné une	
			Faible germination	Bonne germination
Témoin	500	18	40	442
Traité ou en %....	500	160	77	263
Témoin	»	3,6	8,0	88,4
Traité	»	32,0	15,4	52,6

Il y a, dans ce cas, moins de graines non germées qu'on ne le pouvait supposer, puisque le lot traité à la même concentration pendant soixante-douze heures seulement, a donné 43, 9 % de graines non germées. C'est que le

traitement provoque, dans une certaine quantité de graines, un retard dans la germination, retard que l'on conçoit encore mieux lorsqu'on considère le nombre élevé de graines n'ayant donné au bout de cinq jours à l'étuve qu'une faible pousse. Ces graines à petit germe, maintenues à l'étuve, ont donné, au septième jour, 50 % de bonne germination ; le reste se développait plus lentement.

J'ai donc songé à traiter la graine après son séjour dans l'atmosphère de chloropicrine, par un courant d'oxygène pour chasser toute trace du gaz délétère qu'elle aurait absorbé et rétablir l'équilibre de la respiration. J'ai, en effet, fait passer à travers un lot de graines traitées, un faible courant d'oxygène pendant trois heures ; mais je n'ai pu obtenir une germination meilleure ; le nombre de graines non germées était encore de 33 %.

En comparant les traitements ayant suffi à la destruction des charançons :

5 à 10 mgr. par litre pendant deux heures pour le Charançon du Riz.

Et 5 à 10 mgr. par litre pendant trois heures pour le Charançon du Blé.

avec les doses et les durées d'action qui commencent à affecter sensiblement le pouvoir germinatif du blé, on conclue aisément qu'il y a une très grande marge entre ces deux limites et que, pour de grandes quantités de graine, on peut augmenter les doses ou les durées d'action de la chloropicrine, bien au delà de celles qui ont suffi à détruire les Charançons, sans affecter le pouvoir germinatif de la graine.

Quant au phénomène de l'action d'une dose excessive de chloropicrine sur le pouvoir germinatif de la graine, il n'est pas très aisé de l'expliquer encore. L'examen anatomique et microscopique des graines ainsi privées de leur capacité de produire un germe n'a permis de ne rien déceler : leur teneur en azote n'a guère varié et après leur séjour à l'étuve de germination, elles gonflaient normalement et avaient le même aspect que les graines saines.

On aurait pu imputer cette incapacité de germer à un affaiblissement du pouvoir diastasique causé par le traitement excessif avec la chloropicrine : mais là encore, les mesures de l'activité des diastases que la graine contient, ou du moins de celles actuellement connues, ont démontré l'inadmissibilité de cette supposition.

En effet, j'ai estimé, dans des graines taitées avec une dose allant jusqu'à 100 mgr. de chloropicrine par litre pendant quarante-huit à quatre-vingt-seize heures, l'activité des diastases suivantes : amylase, peroxydiastase, sucrase et amygdalinase. L'extration des diastases, leur précipitation par l'alcool ou le sulfate d'ammonium et leur purification pouvant les affaiblir, et cela d'une manière variable pour des recherches comparatives, je me suis arrêté à de simples extractions aqueuses.

La farine ou le son de blé, moulus au même degré de finesse, étaient délayés dans une quantité exactement mesurée d'eau redistillée à pression réduite et l'émulsion agitée automatiquement pendant une durée fixée, à la température du laboratoire (19 à 21° C.). La suspension était ensuite centrifugée à 3.000 tours par minute pendant dix minutes et le liquide surnageant filtré en ayant soin de rejeter la première portion du filtrat.

J'ai d'abord opéré sur du blé non traité pour établir les conditions optima de mesure. Ainsi, pour l'amylase, dont l'activité a été mesurée par son action saccharifiante sur une solution d'amidon à 1 % (autoclavée pour détruire l'amylase qu'elle pouvait éventuellement contenir), ces conditions étaient :

Durée de la saccharification (1). 1 heure
Température ..... 50° C. (2)
pH ..... 5,8 (tampons de phosphates primaire et secondaire)

Les sucres réducteurs produits étaient estimés par la méthode de Bertrand, avec la modification suivante : la séparation de l'oxydule de cuivre par filtration étant très difficile et excessivement lente par suite de la la viscosité du liquide, j'ajoutais à ce liquide une solution de sulfate de magnésium à 10 % qui produisait un précipité qui entraînait l'oxydule de cuivre. Le liquide était ensuite centrifugé et, après décantation au siphon du liquide surnageant, l'oxydule était lavé et filtré trois fois. Il était ensuite dissous dans la liqueur ferrique et la solution titrée au permanganate de potassium déci-normal.

Le pouvoir saccharifiant de l'amylase, exprimé en cmc. de la solution déci-normale de permanganate, était de :

16,79	pour le lot	témoin							
16,69	—	traité avec	5	mmg.	par	litre	pendant	48	heures
16,65	—	—	10	—	—	—		48	—
16,71	—	—	10	—	—	—		72	—
16,70	—	—	20	—	—	—		48	—
16,64	—	—	20	—	—	—		72	—
16,64	—	—	30	—	—	—		48	—
16,83	—	—	30	—	—	—		72	—
16,66	—	—	40	—	—	—		48	—
16,67	—	—	40	—	—	—		72	—
16,77	—	—	50	—	—	—		48	—
16,57	—	—	50	—	—	—		72	—
16,26	—	—	60	—	—	—		48	—
16,31	—	—	100	—	—	—		48	—
16,15	—	—	100	—	—	—		72	—

(1) La saccharification a été faite au sein d'un thermostat électrique maintenu automatiquement à une température constante au 1/10e de degré près. Pour ces mesures comparatives, j'ai opéré de 5 en 5°.

(2) Les solutions (amidon + diastase) étaient additionnées du tampon convenable et les pH étaient mesurés colorimétriquement et électrométriquement.

L'affaiblissement du pouvoir diastasique de l'amylase est bien faible et presque négligeable pour des traitements aussi excessifs, pour admettre de le rendre responsable des écarts considérables dans le pouvoir germinatif que ces mêmes traitements ont causés.

Pour la péroxydiastase, jai également établi d'abord les conditions optima de mesure. Cette mesure a été faite colorimétriquement en faisant agir la solution diastasique, très diluée, sur le gaïacol à 2 % en présence d'eau oxygénée à 1 volume.

Durée d'action	30 minutes
Température	20° C.
pH	5,0 (tampon acétique)

Le blé non traité donnait une coloration légèrement plus foncée que le blé traité avec 100 mgm. par litre pendant quatre-vingt-seize heures. Pour arriver à la même teinte dans les deux tubes contenant, l'un la solution diastasique provenant du blé traité, l'autre celle du blé non traité, il a fallu légèrement ce dernier, de sorte que la hauteur du liquide dans chacun des tubes était :

Blé traité	6,25 cm.
Blé non traité	7,00 cm.

Ces résultats, vérifiés par une autre méthode de mesure, celle de Bach et Chodat (1), ont été parfaitement confirmés. En effet, les titrages à l'hyposulfite de sodium N/100 ont donné :

Pour le blé traité	2,65 cmc.
Et pour le blé non traité	2,70 cmc.

Pour la sucrase, les mesures faites d'après la technique de G. Bertrand et M^me^ Rosenblatt (2), ont donné les résultats suivants, exprimés en cmc. de permanganate de potassium déci-normal :

Blé non traité	1,85 cmc.
Blé traité (100 mgm. par litre pendant 96 heures)	1,80 cmc.

Et enfin, pour l'amygdalinase, l'activité diastasique, mesurée par le titrage au nitrate d'argent N/100 de l'acide cyanhydrique produit en faisant agir la solution contenant la diastase sur une solution d'amygdaline à 2 % pendant vingt-quatre heures, à la température de 30° C., a donné :

(1) Bach et Chodat. — Ber. deut. chem. ges., *37*, 1342-48 (1904).
(2) Bertrand (G.) et M^me^ Rosenblatt. — *Compte Rendu Ac. Sc.*, *171*, 137-9 (1920).

Blé non traité	1,15 cmc.
Blé traité (100 mmg. par litre pendant 96 heures)	1,20 cmc.

On conclue, de l'ensemble de ces déterminations, que ce n'est guère par une action quelconque sur ces diastases que la chloropicrine, employée à des doses excessives, affecte le pouvoir germinatif de la graine et l'explication de ce phénomène reste à résoudre.

CONCLUSION

Les graines de coton et de blé peuvent être traitées très efficacement avec la chloropicrine à des doses assurant la destruction des insectes qu'elles contiennent, sans nuire à leur capacité de germination. De plus, des graines de coton traitées et possédant la capacité de produire un germe, ne subissent, du fait du traitement, aucun préjudice et produisent, à la culture, des plantes saines dont la croissance et le rendement sont normaux.

Ce n'est que lorsqu'on l'emploie à des choses excessives que la chloropicrine peut retardr la germination d'une proportion plus ou moins grande de la graine et peut même lui enlever tout pouvoir de germer. Dans ce cas, néanmoins, les graines ayant subi un retard à produire un germe, ne donnent pas moins une pousse saine et se développant normalment. Quant aux graines qui ne germent pas, elles conservent leur aspect normal, gonflent lorsqu'elles sont soumises aux conditions nécessaires à la germination et leur embryon ne présente au microscope aucune anomalie. Leur teneur en azote ne varie pas, mais elles demeurent réfractaires à la germination, malgré une exposition à un courant d'oxygène pendant plusieurs heures.

Le mécanisme de l'action germicide de la chloropicrine lorsqu'elle est employée à des doses excsssives est encore difficile à expliquer. Ce n'est pas dans la destruction des diastases, ou du moins des diastases actuellement connues, qu'il faut en chercher la cause.

BIBLIOGRAPHIE

Gabriel ARNAUD et Madeleine ARNAUD. — *Traité de Pathologie Végétale*. T. I. Introduction : Maladies de la Vigne ; Maladies des Arbres fruitiers ; Maladies des Arbustes fruitiers et du Fraisier ; Maladies des cultures méditerranéennes. 1932, 2 volumes, 1900 pages, 702 figures dans le texte avec Atlas de 34 planches en couleurs. Ensemble : 3 vol. (26 × 17) : 750 francs. (Paul Lechevalier et Fils, éditeurs, 12, rue de Tournon, Paris (6e).

La publication de ce magistral ouvrage aura, dans le domaine de la Pathologie Végétale, été l'événement marquant de l'année 1932. La plupart des Phytopathologistes français et étrangers attendaient avec impatience la sortie de presse de ce traité, à l'élaboration duquel, ils savaient qu'avait donné tous ses soins un homme, que ses travaux antérieurs classent au premier rang des savants qui se consacrent à l'étude des Maladies des plantes et des Champignons. Nous sommes persuadé que nul des lecteurs de ce remarquable ouvrage, dans lequel se révèle la puissante personnalité de M. Arnaud, n'aura été déçu.

Cette œuvre est le fruit de trente années de labeur, accomplis courageusement, avec un rare esprit de suite, une remarquable continuité, une grande méthode, par un observateur émérite, un chercheur sagace, un technicien adroit, et pour tout dire un savant admirablement doué.

Au nombre des dons les plus précieux que possède M. Arnaud, nous devons citer celui qui le range parmi les meilleurs dessinateurs qu'aient compté les Sciences Naturelles. Chacun connaît les admirables illustrations que M. Arnaud a consacrées aux « Astérinées » et qui, du reste, dans un tout autre genre, sont dignes de celles du « Carpologia » de Tulasne. Le lecteur est heureux de trouver dans le Traité qui vient de paraître, de très nombreuses figures entièrement originales, remplaçant fort heureusement celles qu'on était réellement fatigué de rencontrer dans la plupart des ouvrages de Pathologie Végétale qui se sont succédés depuis l'époque de de Bary.

Du reste, M. Arnaud qui est également un excellent photographe a fait bénéficier son ouvrage de très nombreux clichés. On admirera l'ingéniosité

avec laquelle il a su utiliser le papier sensible à l'occasion de certaines études, telles que celes de la brunissure.

Nous avons écrit que dans cet ouvrage se révèle la puissante personnalité de M. Arnaud. Elle se manifeste à chaque page, par les opinions qu'il exprime courageusement, même lorsqu'elles se heurtent parfois à des conceptions qui tendent à devenir classiques.

Ce traité n'a pas été établi grâce à un travail de compilation et à de nombreux coups de ciseau, c'est une œuvre conçue par un homme qui, au cours d'une carrière déjà longue et admirablement remplie, a exploré attentivement le domaine de la Pathologie Végétale. En cours de route, M. Arnaud a fait une ample moisson de faits, qui ont été, de sa part, l'objet d'observations rigoureuses et d'interprétations effectuées avec un esprit critique, aussi remarquablement développé que l'est son jugement.

Le cachet personnel qui a été donné à cet ouvrage et qui en fait tout le prix, se traduit déjà dans le plan qui a été adopté.

Le traité débute par une introduction dans laquelle se trouve un intéressant historique de la Pathologie Végétale, dans l'évolution de laquelle seront distinguées cinq périodes : 1° ancienne ; 2° botanique ; 3° cryptogamique ; 4° viticole ; 5° phytopathologique.

M. Arnaud rappelle le rôle important qu'a joué notre éminent Maître Prillieux, dont la vénérable silhouette se profile sur la page de garde d'un ouvrage, qui parait lui avoir été dédié.

L'étude de la Vigne et de ses maladies met le lecteur en présence de certains problèmes, qui ont eu et qui ont encore une grande importance économique. Les recherches qui ont été consacrées à ce sujet ont eu sur l'évolution de la Pathologie Végétale une répercussion que font connaître les auteurs.

Ancien élève de l'Ecole d'Agriculture de Montpellier, M. Arnaud, dont la carrière a débuté dans le laboratoire du Professeur Ravaz, et qui a ensuite travaillé pendant près de dix ans, auprès du Professeur G. Boyer, a, dès le début, été amené à s'intéresser d'une manière toute particulière à la Pathologie d'une plante qui est l'unique culture de la plaine du Gard, de l'Hérault, de l'Aude, etc...

Jusqu'en 1912, il s'est trouvé dans une Ecole, qui a joué et joue encore un grand rôle en Viticulture, ainsi qu'il s'est plu à le rappeler. On ne saurait donc être surpris que M. Arnaud ait donné à la Vigne une place d'honneur. C'est d'ailleurs avec une grande compétence qu'il traite tout ce qui touche à cette plante, dont il s'est occupé même en plein Paris, dans le petit jardin qui entourait les anciens locaux de la Station de Pathologie Végétale.

Les maladies des arbres fruitiers qui sont abordées ensuite, ont été de

la part des auteurs, l'objet de nombreuses études personnelles, dont leur ouvrage bénéficie amplement.

La Pathologie Végétale des cultures méridionales devait intéresser d'une manière toute particulière un homme, originaire des confins des Cévennes et de la plaine provençale. C'est par cette étude que se termine le second volume du Tome I, le seul encore paru.

Le deuxième tome sera consacré à la description des maladies des plantes de grande culture, plantes horticoles, herbacées, arbres forestiers, etc...

L'ouvrage se terminera par des considérations générales, qui viendront préciser et compléter celles qui ont déjà été données dans l'introduction. Dans cet exposé final, seront discutées les principales questions relatives à la Mycologie, et à la Biologie du parasitisme (immunité, sensibilité, etc...) à la Cytologie pathologique, à la technique de laboratoire, à l'étude scientifique des anticryptogamiques, etc...

Cette œuvre fait le plus grand honneur à M. Arnaud et à sa très distinguée collaboratrice, à qui revient également une grande part du succès.

Qu'il soit permis à un homme qui, depuis 1903, a, sauf pendant les années de guerre, eu le privilège de travailler presque constamment dans le même laboratoire que M. G. Arnaud, de lui exprimer ses plus cordiales félicitations pour ce magistral ouvrage, qui honore grandement la Science française et la Station Centrale de Pathologie Végétale.

L'éditeur, M. Paul Lechevallier, qui n'a pas hésité à affronter les risques de la publication d'un ouvrage de cette envergure, et des admirables aquarelles de M^lle^ Suzanne Ballings, est digne d'éloge. Nous le prions d'agréer nos compliments.

Et. Foex.

A. BALACHOWSKY. — *Etude biologique des Coccidés du bassin occidental de la Méditerranée*, 285 p., 7 pl., 14 cartes, 46 fig. Encyclopédie entomologique, Lechevallier, Paris, 1932.

L'auteur procède tout d'abord à une étude biogéographique de la faune des Coccidés du nord africain. Il groupe les cent soixante-dix espèces connues en espèces spontanées ou indigènes et en espèces cosmopolites ou ubiquistes. Toutes les espèces indigènes n'ont pas la même origine, elles appartiennent à différents éléments qui se répartissent en élément méditerranéen, méditerranen steppique, méditerranéen atlantique, érémique (ou saharien), tropical et montagnard.

De la considération détaillée des cent dix espèces indigènes, il semble

se dégager qu'au point de vue de la faune coccidologique, l'époque actuelle est caractérisée par une régression nette des types méditerranéens vers le nord, correspondant à une progression des espèces steppico-désertiques vers la Méditerranée, refoulant devant elle les types méditerranéens et par l'apparition récente dans le Sahara algérien d'éléments tropicaux, enfin par la régression des types euro-sibériens vers les massifs montagneux et les stations fraîches.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude biologique et économique de la faune introduite acclimatée dans le bassin occidental de la Méditerranée.

Il est souligné, en particulier, par l'influence primordiale des différents facteurs écologique ssur l'acclimatation, l'extension, la pullulation et l'importance économique des espèces introduites. Ces espèces sont l'objet d'une analyse détaillée en tenant compte du facteur hôte qui est important pour des parasites aussi différenciés que les cochenilles. Les cochenilles nuisibles aux aurantiacés sont étudiées en détail et forment un chapitre spécial.

C'est, qu'en effet, l'tude de ces parasites est capitale pour l'avenir de la culture des Agrumes en Afrique du Nord où l'auteur a pu établir la présence de seize espèces différentes s'attaquant aux *Citrus*. Ces Coccides appartiennent tous sans exception à la faune ubiquiste subtropicale, mais une espèce, une seule est spécifique des *Citrus* dans le bassin méditerranéen, c'est *Parlatoria zizyphi*. Mais les espèces les plus nuisibles sont *Chrysomphalus aonidum* et *C. dictyospermi*. De l'étude comparative de ces insectes, il résulte que, tandis que celui-là, apparu en 1899 en Algérie, n'existe encore que sur une aire relativement restreinte, celui-ci a une répartition très étendue. En outre, *C. aonidum* est presqu'exclusivement inféodé à la flore introduite, alors que *dictyospermi* s'est largement adapté à la flore indigène.

L'étude des facteurs de peuplement (facteurs écologiques et régime alimentaire) et l'exposé critique des théories auxquelles elle a donné naissance font l'objet d'une deuxième partie particulièrement suggestive par les aperçus originaux qu'elle renferme. L'origine des espèces nuisibles attire plus particulièrement l'attention de M. Balachowsky, qui l'attribue à plusieurs facteurs dont l'attraction par la masse d'un végétal donné et qui montre nettement le peu de valeur qu'il faut attribuer à la théorie des places vides.

La troisième partie de l'ouvrage est réservée à l'ensemble des observations personnelles de l'auteur sur le parasitisme chez les Coccidae où des modalités parasitaires fort intéressantes sont étudiées. La théorie finaliste tendant à démontrer une corrélation entre la conformation morphologique des parasites et la vie parasitaire est vigoureusement combattue

par des arguments d'une valeur décisive. M. Balachowsky démontre notamment qu'il n'y a pas de différence morphologique sensible entre les chalcidiens endophytes, tels que les *Syntomaspis* vivant à l'intérieur de matières végétales et des chalcidiens parasites. Il tire également des conclusions intéressantes sur l'extension possible des parasites par rapport à leurs hôtes et analyse les facteurs de pullulation.

Il convient de signaler un tableau très clair dans lequel figurent les insectes coccidiphages du nord de l'Afrique et du Midi de la France, les cochenilles parasitées et l'aire de répartition connue des premiers.

Enfin, il est annexé à l'ouvrage une quatrième partie comprenant, d'une part, un catalogue complet des Coccidae du Nord africain (Algérie, Tunisie, Maroc, Sahara) et, d'autre part, une liste des cochenilles du Midi de la France (Alpes-Maritimes, Var, Corse, Bouches-du-Rhône, Basses-Alpes, Hautes-Alpes). Toutes les espèces sont mentionnées avec leur principale synonymie, la liste complète des plantes-hôtes sur lesquelles, elles ont été signalées et les localités où elles ont été observées. Cette partie du travail comprend ces soixante et onze dernières pages de l'ouvrage.

P. Vayssière.

TABLE ALPHABETIQUE DES MATIÈRES

A

Abricotiers, 28, 41, 85, 86, 87.
Acer monpessulanum, p. 382.
Acide sulfurique, 66.
Actinomyces scabies, 332.
Aegilops, 350.
Aegilops triuncialis, 350.
Aegilops ventricosa, 350, 353.
Agaricinée, p. 381.
Agrotis segetum, 58.
Ailantes, 53, 72.
Ailantus glandulosa, 53.
ALEXANDER, 307.
Allium Cepa, 39.
Alternaria, 302-303.
Alternaria tenuis, 302, 303.
Alternariose des Tabacs, 302.
Amandiers, 28, 86, 380.
Amara erythrocnema, 8.
Anhydride sulfureux, 105.
Anisandrus dispar, 11, 76.
ANRES, 86.
Anguillule, 20.
Anthonomes, 78.
Anthonomus cinctus, 12.
Anthonomus pomorum, 12.
Anthonomus, rectirostris druparum, 12.
Anthonomus spilotus, 12.
Anthracnose, 28-72.
Anthracnose du Groseillier, 42.
Anthracnose du Haricot, 37.
Anthracnose de la Laitue, 38.
Anthracnose du Pois, 37.
Anthracnose du Pois-Chiche, 69.
Anthracnose de la Tomate, 38.
Anthracnose de la Vigne, 52.
Anthriscus silvestris, 36.
Aphelenchus fragariae, 15.
Aphelinus mali, 13, 61, 77.
Aphis, 78, 80.
Aphis atriplicis, 81.
Aphis Forbesi, 13.
Aphis pyraria, 81.
Apium graveolens, 36.
Arachide, 333.
Arachis hypogea, 328.
ARMET, 43.
Armillaire, p. 380.
Armillaria mellea, 53, 95, 38.
ARNAUD (G.), 53, 70, 72, 382, 414, 415, 416.
Arséniate de chaux, 162, 185.
Arséniate de magnésie, 171.
Arsénites de cuivre, 176.
Arséniate de plomb, 72, 147, 184.
ARTHUR, 286, 287.
Artichaut, 38.
ANGELLOZ, 82.
Ascochyta hortorum, 38.
Ascochyta Pisi, 37.
Ascochyta rabiei, 69.
Ascochyta sp., 69.
Aspic, p. 369, 370, 373.
Aspidiotus ostreaeformis, 83, 89.
Assainissement du sol, 332.
Astérinées, p. 414.
Aubergine, 38, 325, 326, 327.
Avena sativa, 32.

B

BACH, p. 231, 412.
Bacillus caryocyaneus, p. 235.
Bacterium angulatum, p. 246.
Bacterium coli, p. 223.
Bacterium flaccumfaciens, p. 242.
Bacterium fluorescens liquefaciens, p. 223.

Bacterium medicaginis var. *phaseolicola*, p. 224, 235.
Bacterium melleum, p. 246.
Bacterium pisi, p. 242.
Bacterium pseudozoogleae, p. 246.
Bacterium solanacearum, 318, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335.
Bacterium tabacum, 35, 91, 224, 235, 243, 244, 246, 247, 298, 299, 301, 303, 304, 306, 307, 308, 309, 308, 309, 310, 313.
Balachowsky, 4, 10, 13, 57, 61, 416.
Balioptera combinata, 58.
Ballings (Mlle S.), p. 416.
Barbier (Mlle A.-M.), 67, 327.
Barbitistes Berenguieri, 17.
Barnes, 19.
Barroux, 86.
Barthelet, 53, 72, 357.
De Bary, p. 414.
Bellani, 299.
Benes, 44.
Benham, 302.
Benzol, 130.
Berberis vulgaris, 31.
Bertrand, 400, 401, 409.
Besson, p. 238, 239.
Beta vulgaris, 32.
Betterave, 32, 33.
Bichlorure de cuivre, 88.
Bisulfite de soude, 131.
Black-rot, 51.
Blanc du Pêcher, 41.
Blanc des Pois, 36.
Blanc du Pommier, 40.
Blanc du Trèfle, 39.
Blés, 23, 24, 25, 30, 31, 32, 66, 67, 71, 72, 89, 340 à 349, 352, 353, 384, 385, 395, 398, 408.
Blés d'hiver, 347.
Blés de printemps, 384.
Blotch fumeux du Pommier, 72.
Böhme-Ehrlich, 240, 322.
Bohn, 306.
Boning, 305.
Bonne, 344.
Bonnier, 285.
Bordas, 85.
Borrel, 229, 288, 295, 296.
Botrytis cinerea, 51.
Bouhelier, 318, 328, 333.
Bouillie bordelaise, 41, 71, 86.
Bouillie bordelaise arsenicale, 72.
Bouillie bordelaise caséinée, 71, 73.
Bouillie bourguignonne, 41.
Bouillies cupriques, 49, 87.
Bouillie sulfocalcique, 87.
Boyer, 415.
Brassica oleracea Botrytis, 36.
Breda de Haan, p. 246.
Bremia Lactucae, 38, 68.
Bretenoux, 34.
Brooks, p. 246.
Bruches, 9.
Bruchus obtectus, 9.
Brucke, p. 239.
Brûlures, p. 362.
Bruneteau, 73.
Bryan, 325, 328, 330.
Bryan (Miss M.), p. 235.
Burkolder, p. 236, 241.
Burr, 35.
Busck, 399.

C

Cabaud, 34, 96.
Cacœcia murinana, 17, 18.
Cadenat, 74, 77.
Cadoret (A.), 49.
Calandra granaria, 408.
Calandra oryzae, 408.
Calathus melanocephalus, 74.
Callistephus sinensis, 53, 72.
Calocoris, 14.
Campagnol, 21.
Capnodis tenebrionis, 12.
Capsicum annuum, 328.
Carbonate de calcium, 95.
Carbonate de cuivre, 88.
Carbure de calcium, 125.
Carie, 31, 340 à 353.
Carie du Blé, 70, 88.
Carotte, 36.
Carpocapsa pomonella, 10.
Caryophyllacées, 53.
Castanea vesca, 42.
Cecydomiyes, 5, 10, 19, 57, 79.
Cecidomiyes des Poires, 79.
Céleri, 36.
Cemiostoma scitella, 11, 84.
Cèphe pygmée, 6, 59.

Ceratitis capitata, 2, 14.
Cercospora beticola, 32, 33.
Cercosporella herpotrichoides, 32, 66, 70.
Cercosporiose, 33.
Céréales, 5, 23, 25, 29, 30, 58.
Cerisiers, 28, 41.
Ceroplastes floridensis, 13.
Ceroplastes rusci, 13.
Ceroplastes sinensis, 13.
Chaitophorus lyropictus, 81.
Chancre, 40, 52, 68.
Chancres du collet du Lupin, 39.
Chappellier, 62.
Charançon du Riz, 400.
Charbon du Blé, 31.
Châtaignier, 42.
Chaux, 50, 88, 123.
Chazalet, p. 370.
Cheimatobies, 11.
Cheiranthus Cheiri, 53.
Chelonia caja, 16.
Chenopodiacées, 39.
Chevalier, p. 381.
Chlorops herpini, 58.
Chlorops taeniopus, 6, 58.
Chloropicrine, 131, 398.
Chlorose, 42, 43, 91.
Chlorure cuivreux, 71.
Chodat, 412.
Chortophila cilicrura, 6.
Choux, 36.
Chrestian, 317 à 333.
Chrysanthemum indicum, 53.
Chrysanthemum sinense, 53.
Cicadelles, 83.
Cicer arietinum, 69.
Clara, p. 246.
Clark, 324.
Clasterosporium carpophilum, 41.
Cladosporium cucumerinum, 38, 70.
Cloque du Pêcher, 40.
Cloque du Prunier, 41.
Coblentz, 287.
Coccides, 57, 416.
Coccus, 228, 321.
Cochylis, 16, 250.
Cognassier, 40.
Cohn, 236, 237, 245, 322.
Colaspidema atrum, 9.
Colletotrichum atramentarium, 38.
Colletotrichum Lindemuthianum, 37, 69.
Colom, 86.
Columba œnas, 62.
Composées, 38, 53.
Concombre, 38.
Coniothyrium diplodiella, 52, 91.
Contarinia torquens, 57.
Contarinia tritici, 59.
Cossus terebra, 18.
Cook, 331.
Cooper Hewitt, 287.
Corticium Solani, 34.
Coryneum, 41.
Cosmos hybrida, 328.
Coton, 398.
Coulure, 44.
Courge, 38.
Court-Noué, 44.
Courtilière, 9, 90.
Crépin, 31.
Crésyl, 131.
Crismer, p. 239.
Crucifères, 36, 53.
Cubaynes, 36.
Cucumis Melo, 38.
Cucumis sativus, 38.
Cucurbitacées, 38.
Cucurbita maxima, 38.
Cucurbita Pepo, 38.
Cuivre, 90.
Cultures florales, 20.
Cultures fourragères, 8, 39.
Cultures fruitières, 10, 40, 76.
Cultures industrielles, 6, 32 à 39.
Cultures méridionales, 19.
Cultures potagères, 9, 36.
Cyanures, 127.
Cydonia vulgaris, 40.
Cynara Scolymus, 38.
Cystopus Tragopogonis, 38.

D

Dacus oleae, 19.
Dahlia variabilis, 53.
Dassonville, 400.
Datura stramonium, 328.
Daucus carota, 36.
Dégénérescence de la Pomme de terre, 70.
Deilephila lineata v. *livornica*, 8, 16.
Demathophora necatrix, 73.
Deniges, 240, 322.
Dépérissement de l'Abricotier, 85.

Dépérissement des Fraisiers, 69.
Dépérissement de la Lavande, 370.
Dépérissement du Noyer, 95.
Dépérissement du Pêcher, 42, 86, 91.
Dépérissement de la Vigne, 91.
Désinfection des graines de Reine-Marguerite, 72.
Désinfection du sol par les poudres anticryptogamiques, 307.
Désinfection des tubercules de Bégonia, 73.
Devaux, 310.
Développement sur milieux synthétiques, p. 236 à 237.
Dianthus caryophyllus, 53.
Diaspis Leperei, 83.
Diloba caeruleocephala, 11.
Dillon Weston, 350.
Dioryctria splendidella, 75.
Diplosis mosellana, 5, 59.
Diplosis tritici, 5.
Doryphora decemlineata, 1, 6, 54, 73, 98.
Dothichiza, 52.
Dothichiza populnea, 52.
Ducomet, 67, 247, 385.
Dufrénoy (J.), 42, 46, 90, 244.
Dumont, p. 371, 372, 375.
Dupoix, p. 235.
Dupuy (A.), 49.

E

Echaudage, 66.
Ehrlich, p. 232.
Elachiptera cornuta, 58.
Elliot (Miss Ch.), p. 223, 232.
Elodea, 284.
Enroulement, 70, 96.
Entomosporioses, 40.
Entomosporium maculatum, 40.
Entyloma Dahliae, 53.
Epinards, 39, 68.
Ephestia Kuehniella, 94.
Epine-vinette, 31.
Eriocampoides limacina, 15.
Ervum lens, 37.
Erysiphe graminis, p. 393.
Erysiphe Polygoni, 39.
Esca, 52.
Essence de pin, 129.
Euchloe crameri, 77.
Eudemis, 6, 250.
Excoriose, 52.

F

Faba vulgaris equina, 40.
Fabraea maculata, 40.
Faris, 344.
Faure, p. 377.
Favard, 84.
Fermi, 236, 237, 245, 322.
Ferrier (S.), 371.
Feucht, 352.
Fèves, 36, 37.
Féveroles, 40.
Feytaud, 2, 9, 15, 73, 76, 98.
Fil, 317 à 333.
Foex, 66, 67, 244, 318, 385, 416.
Fondart, p. 376.
Formol, 71, 72, 73, 87, 88.
Foster, p. 244, 245.
Fourmis, 20.
Fournel-Gardiol, p. 374, 375, 376, 383.
Fragaria vesca, 37.
Fraisier, 37, 69.
Framboisier, 42.
Frisolée, 70, 96.
Fromme, p. 246.
Fuller, 286.
Fulton, 287.
Fumagine, 52.
Fumées, 195.
Fusarium, 53.
Fusarium conglutinans var. *Callistephi*, 53.
Fusicladium dendriticum, 72, 362.
Fusicladium pirinum, 72, 357.

G

Gaines, 349.
Galleria mellonella, 94.
Gard, 95.
Gaudineau (Mlle), 41, 70, 72, 357.
Gelechia gossypiella, 398.
Genevois, 292, 294, 306.
Gessard, p. 235.
Ghimpu, 302.
Gilbberella Saubinetii, 36.
Giroflées, 53.
Gloeodes pomigena, 72.
Glœosporium ampelophagum, 52.
Glœosporium nervixquum, 53.
Glœosporium venetum, 42.
Gnomonia veneta, 53.
Godfrey, 331.
Gueriniella serratulae, 60.
Gortyna ochracea, 9.
Granthomme, 68.
Graphium Ulmi, 53, 72.
Griess, p. 240.
Griffin, 117.
Groseillier, 42.
Groseillier à Maquereau, 42.
Gryllotalpa gryllotalpa, 5, 9, 58, 60.
Guignardia Bidwellii, 51.
Guigne, p. 374.
Guillermet, 47.
Gymnosporangium Sabinae, 40.

H

Hadena basilinea, 58.
Hahne, 344.
Hamster, 64, 221.
Hannetons, 21.
Haricots, 37, 69, 224, 322.
Hauman-Merck, p. 222.
Harvey, 328, 332.
Hedges (Miss Fl.), p. 235.
Heterodera radicicola, 330.
Hernie du Chou, 36.
Heterosporium variabile, 39.
Honing, 325, 327, 330, 332, 334.
Hopkins, 302.
Hoplocampa, 76.
Hoplocampa ferruginea, 76.
Houblon, 35.
Hubault, 17.
Huile d'anthracène, 87.
Huile de pin, 129.
Huiles minérales, 4.
Huiles végétales, 14.
Humulus lupulus, 35.
Hunger, 325, 329, 330, 331.
Hutchinson, 325, 330, 332.
Hyden, 286.
Hydrellia griseola, 58.
Hylemyia coarctata, 58.
Hypochnus Solani, 34, 35, 38.
Hypochnus (*Corticium*) *Solani*, 34.
Hyponomentes, 11.
Hypopta caestrum, 9.

I

Iccrya purchasi, 20.
Impatiens balsamina, 328.

J

Jassus sexnotatus, 58.
Jochems, 330, 331.
Joessel, 41, 42, 85.
Johnson, 330, 331.
Johnsson, p. 243.
Jouven, 50.

K

Kahler, 287.
Kesten, 302.
Kock, p. 221, 225.
Kosutany, 303.
Kotte, 243, 244.
Kotthof, 89.
Kuyper, 331.

L

Labrousse, 68, 69, 70.
Lactuca sativa, 38.
Lactuca Scarida, 38.
Laine, p. 377.
Laitues, 38, 68, 69.
Lamothe, p. 376.
Lampides bœticus, 9.
Langlade (Baronne de), 68.
Lasins alienus, 20.
Laspeyresia molesta, 10, 60.
Lasseur, p. 235.
Laurent, 222, 223, 285.
Lavande, 368 à 383.
Lavandin, p. 369, 370, 380.
Lavandula Delphinensis, p. 369.
Lavandula fragrans, p. 369.
Lavandula latifolia, p. 369.
Lavandula officinalis, p. 369.
Lavandula staechas, p. 369.
Lavandula vera, p. 369, 382.
Légumineuses, 36, 39, 69.
Lentilles, 37.
Lepoutre, p. 222.
Leptinotarsa decemlineata (V. *Doryphora d.*)
Leptosphaeria herpotrichoides, 70.
Lequertier, 34.
Lesne, 12.
Lewis, p. 237.
Liliacées, 39.
Lowitt, 320.
Lubs, 324.
Lugan, 44.
Lupinus albus, 39.
Lupinus tuteus, 39.
Lupinus varius, 39.
Luzernes, 39.
Lyctus linearis, 18.
Lymantria dispar, 17, 92.
Lymantria monacha, 17.

M

Macrosiphum tanaceti, 87.
Mc Kinney, 294.
Macrocentrus ancylivorus, 60.
Mahonia aquifolium, p. 247.
Maire, 329, 331, 333, 334.
Maïs, 76, 322.
Maladie du Cœur de la Betterave, 32.
Maladies de Dégénérescence, 96.
Maladie de l'Encre, 42, 91.
Maladie de l'Epinard, 68.
Maladie du Rond, 53.
Maladies à Sclérotes, 35.
Maladie des taches en anneau, 35, 291.
Maladie verruqueuse, 34, 67, 89.
Maladies à virus des Tabacs, 288 à 298.
Mangin, 285.
Mango, 400.
Mante religieuse, 74.
Marchal, 54, 285.
Marié, 8.
Marsais, 6.
Marssonina panattoniana, 38.
Mattras, 67.
Mayetiola avenae, 5, 59.
Mayetiola destructor, 59.
Medicago sativa, 39.
Megastimus spermotrophus, 18.
Melampsora sp., 52.
Mélanose ou dépérissement lent, 95.
Melon, 38.
Mendiola, 335.
Méneret, 42, 88.
Merodon geniculatus, 20.
Meromyza saltatrix, 5, 58.
Meromyza, 58.
Métabolisme cellulaire, 292, 293.

Metalnikov, 92.
Meunier de la Laitue, 38.
Meves, 297.
Miège, 401.
Migula, p. 228.
Mildiou, 33, 35, 36, 37, 39, 45, 47, 48, 51, 91, 364, 365.
Mildiou de l'Aubergine, 37.
Mildiou du Chou, 36.
Mildiou des Liliacées, 39.
Mildiou des Ombellifères, 36.
Mildiou des Pois, 36.
Mildiou de la Pomme de terre, 90, 96.
Mildiou de la Tomate, 37.
Mildiou de la Vigne, 45, 90, 357, 364, 367.
Millard, 332.
Miller, 328, 332.
Mimosa invisa, 334.
Monilia, 40, 41, 86, 87.
Monilia de l'Abricotier, 86.
Monilia cinerea, 41.
Monophlebus fuscipennis, 75.
Moreau, 250.
Moore, 400.
Mosaïques, 32, 35, 294, 301.
Mosaïque de la Betterave, 32.
Mosaïque jaune, 294, 295.
Mosaïque verte, 294.
Moss, 332, 334, 336.
Moustiques, 83.
Mucuna sp., p. 327.
Muntz, p. 377.
Mûriers, 28.
Murray, p. 246.
Mycetobia paleipes, 82.
Mytilaspis pomorum, 89.

N

Nadson, 284, 285.
Nain, p. 246.
Nakata, 330 à 334.
Nécrose d'insolation, 301.
Nectria ditissima, 40.
Neifert, 400.
Nématodes, 15, 333.
Neosciaro, 83.
Nessler, p. 239.
Nicotiana rustica, 35, 328.
Nicotiana tabacum, 35, 328.
Nicotine, 190.
Nitrate de chaux, 95.
Nitrate de soude, 95.
Nolla, 330, 331, 332, 335.
Novius cardinalis, 20, 60, 77.
Nowell, 330, 335.
Noyers, 28, 79, 95.
Nuile, 38.
Nygmia phaeorrhaea, 11.

O

Oceemia, 335.
Œillet, 53.
Ocypus olens, 74.
Oïdium, 51.
Oïdium brun, 42.
Oïdium du Pêcher, 41.
Oïdium de la Vigne, 50.
Oignon, 39.
Oiseaux, 62, 85.
Olivier, p. 235.
Olombel, 57.
Onobrychis sativa, 44.
Ophiobolus graminis, 32, 66, 70.
Ophiobolus herpotrichus, 70.
Opomyz a florum, 58.
Ormes, 53.
Oscinies, 5, 58.
Oscinis curvinervis, 58.
Otiorhynchus rugostriatus, 20.
Oxychlorure de cuivre, 71, 88.

P

Paillot, 2, 3, 15, 78.
Palm, 330, 331, 333.
Panais, 36.
Panastica sativa, 36.

Patouillard, p. 381.
Paradichlorobenzène, 126.
Pêcher, 28, 41, 42, 79, 86, 87.
Pectinophora gossypiella, 398.
Permanganate de potassium, 50.
Peronospora parasitica, 36.
Peronospora Pisi, 36.
Peronospora Schleideni, 39.
Péronosporacées, 38.
Perret, 96.
Perrier de la Bathie, 398.
Persica vulgaris, 41.
Petri, 285.
Petunia hybrida, 328.
Petunia violacea, 328.
Peuplier, 52, 68.
Peyrière, 31.
Phaseolus vulgaris, 37, 328.
Pholiota praecox, p. 381.
Phoma Betae, 32.
Phoma flaccida, 52.
Phyllobius oblongus, 12.
Physalis alkekengis, 328.
Phytomonas heterocea, p. 246.
Phytomonas polycolor, p. 246.
Phytophthora cactorum, 37.
Phytophthora cambivora, 42, 285.
Phytophthora infestans, 33, 37, 67, 90, 96.
Phytophthora omnivora, 285.
Piedallu, 401.
Piétin du Blé, 66.
Piment, 316, 327, 328, 335.
Pin, 53.
Pin maritime, 75.
Pinol, 129.
Pinus, 53.
Pirus communis, 40.
Pirus Malus, 40.
Piutti, 400.
Plasmodiophora Brassicae, 36.
Plasmopara nivea, 36.
Plasmopara viticola, 45 à 49, 91, 364.
Platanes, 53.
Plectodiscella veneta, 42.
Pleospora alternaria, 303.
Podosphaera leucotricha, 40.
Poires, 40.
Poirier, 28, 40, 87, 357, 367.
Pois, 36, 37.
Pois-Chiche, 69.
Polyalcools, p. 238.
Polyporus fulvus, 42, 86.
Pomme de terre, 33, 67, 89, 90, 96, 321 à 328.
Pommiers, 28, 40, 357, 367.
Poncin, p. 370.
Populus, 52.
Potiron, 38.
Poudrages, 71, 88.
Pourridié, 53, 95, 381.
Pourriture du Collet de la Tomate, 38.
Pourriture des Fraises, 37.
Pourriture grise, 51, 91.
Pourriture à Sclérotes, 36, 38.
Poutiers, 3, 10, 13.
Pradel (C.), 44.
Prays oleellus, 20.
Prillieux, p. 415.
Prunier, 28, 42, 86.
Prunus Armeniaca, 41.
Prunus domestica, 41.
Pseudonapomyza atra, 59.
Pseudophonus ruficornis, 12.
Pseudophonus griseus, 12.
Pseudophonus calceatus, 12.
Pseudoperonospora Humuli, 35.
Pseudopeziza Medicaginis, 39, 69.
Puccinia Cheiranthi, 53.
Puccinia Chrysanthemi, 53.
Puccinia glumarum, 30, 31, 88, 384 à 396.
Puccinia graminis, 30, 88, 89, 92, 384 à 396.
Puccinia mirabilissima, p. 247.
Puccinia triticina, 30, 31, 88, 384 à 396.
Pucerons, 78, 79, 80.
Pulvinaria vitis, 16.
Punaise, 400.
Pussard, 10, 12, 14.
Pyrale de la Vigne, 16.
Pyrausta nubilalis, 5, 94.
Pyrèthre, 4.
Pythium arrotogus, 38.
Pythium ultimum, 35, 39, 68.

Q

Quanjer, 327.

R

Rabien, 344.
Radiations ultra-violettes, 281 à 288.
Radoeff, 305.
Ramularia Betae, 33.
Ranque, p. 238, 239.
Rat, 64, 65.
Rat musqué, 64.
Ravaz (L.), 4, 43, 45, 46, 49, 50, 52, 415.
Raybaud, 42.
Raynaud, p. 372.
Recurvaria navella, 11.
Regnier, 3, 18, 68, 82, 84.
Reichert, 350, 352.
Reine-Marguerite, 53.
Rey (Albert), p. 371.
Rhabdophaga heterobia, 19.
Rhagoletis cerasi, 14.
Rhizina inflata, 53.
Rhizoctone, 34, 35, 36, 39, 380.
Rhizoctonia Solani, 35, 38.
Rhizoctonia violacea, 36, 39.
Rhizoctone violet, 36, 39.
Rhodes, p. 246.
Rhynchites cupreus, 12.
Ribes, 42.
Ribes Uva-Crispa, 42.
Ribot, p. 244.
Ring-spot, 35.
Ringer, 323.
Riz, 322.
Roemer, 352.
Roestelia cancellata, 40.
Rohmer, 88, 89.
Rolet, p. 376, 377.
Rolfs, 334, 335.
Romaine, 38.
Rongeurs, 64, 84.
Rosacées, 37, 40.
Rosella, 66.
Rosellinia necatrix, 42.
Rot-brun, 46, 47, 48.
Rot gris, 48.
Rot livide, 52, 91.
Roubin, 7.
Rougeau, 43.
Rouille, 33, 37, 41, 52, 53, 67, 69, 92, 384 à 396.
Rouille blanche, 38.
Rouille brune, 67, 384, 393, 395.
Rouilles des Céréales, 30, 67, 88, 92.
Rouille des Chrysanthèmes, 53.
Rouille des Crucifères, 53.
Rouille des Fèves, 37, 40.
Rouille grillagée, 40.
Rouille jaune, 67, 384, 395.
Rouille noire, 67, 384, 394, 395.
Rouille du Peuplier, 52.
Rouille du Prunier, 41.
Rouvière, p. 372, 373, 376, 383.
Rozier (A.), 46, 50, 51.
Rubus Idaeus, 42.
Ruel, p. 371.

S

Sainfoin, 44.
Salsifis, 38.
Saperda populnea, 18.
Sarejanni, 284.
Sariette, p. 381, 382.
Saturea montana, p. 381.
Sauterelles, 21, 57.
Scaroles, 38, 69.
Sciara, 10.
Sclerotinia, 35 à 91.
Sclerotinia cinerea, 41, 86.
Sclerotinia fructigena, 40, 41.
Sclerotinia Fuckeliana, 41, 51, 91.
Sclerotinia laxa, 41, 86.
Sclerotinia Libertiana, 35, 36, 68, 70.
Sclerotinia Linhartiana, 40.
Sclerotinia minor, 38, 69, 70.
Sclerotinia Trifoliorum, 39.
Scorsonère, 38.
Scutigeres, 76.
Sécheresse, 29, 44.
Sélaries, 88.
Senez, p. 238, 239.
Septoria Apii, 36.
Septoriose, 36.
Sesamia nonagrioides, 5.
Séverin (R.), 91.
Shabetai, 398.
Shad, 92.
Shertz, 287.
Shunk, p. 242.
Sidenius, 334.
Sitotroga cerealella, 5.
Small, 309, 310.

Smith, 222, 223, 228, 318, 325 à 331.
Soja max, 328.
Solanacées, 37, 318.
Solanum Caldasii, 34, 68.
Solanum demissum, 34.
Solanum Lycopersicum, 38.
Solanum mammosum, 335.
Solanum melongena, 38.
Solanum ovigeum, 34.
Solanum texanum, 328.
Solanum torvum, 335.
Solanum tubesorum, 33.
Soursac, 50.
Sphaerella Fragariae, 37.
Sphaerothera mors-uvae, 42.
Sphaerotheca pannosa, 41.
Spieckermann, 89.
Spinacia oleracea, 39.
Staechade, p. 369, 370.
Stanford, 325, 335.
Stapp, p. 246.
Stearn, p. 231.
Steganophylha rufimitrana, 17.
Stereum necator, 52.
Stérilisation partielle du sol, 331 à 332.
Stevens, 284.
Straud, 401.
Sulfatage, 49, 90.
Sulfate de cuivre, 72, 73, 88.
Sulfate de fer, 43.
Sulfate de potasse, 95.
Sulfure de carbone, 103, 133.
Synchytrium endobioticum, 34, 35, 67, 89.

T

Tabac, 35, 224 à 334.
Tabacs blancs, 284.
Taches du Fraisier, 37.
Taenia, 85.
Tagetes pumila, 328.
Tanret, p. 239.
Taphrina aurea, 52.
Taphrina deformans, 40, 87.
Taphrina Pruni, 41.
Tavelure, 40, 87.
Tavelure du Poirier, 72, 357 à 360.
Tavelure du Pommier, 72, 362, 363.
Taylor, 332.
Tempere, 103, 105.
Terpinéol, 129.
Tetraneura ulmi, 76.
Thalictrum, p. 123.
Thaumetopœa pityocampa, 17.
Thielaviopsis basicola, 39.
Thirc, p. 235.
Thrips fuscipennis, 112.
Thung, 331.
Thym, p. 369, 373, 381, 382.
Thymus vulgaris, p. 381.
Tilletia Caries, 31.
Tilletia Tritici, 340, 350.
Tisdale, 302.
Tomates, 38, 68, 286 à 335.
Tortrix pronubana, 59.
Tragopogon porrifolius, 38.
Traitements à l'acide sulfurique, 66.
Traitements cupriques des plaies de taille, 332 à 333.
Traitements d'hiver des arbres fruitiers, 86.
Trempages, 71.
Tribolium navale, 400.
Trichoderma, p. 382.
Trifolium, 39.
Trifolium incarnatum, 39.
Trigonella fœnum graecum, 39.
Trillat, p. 239, 322.
Trinchieri, 21.
Triticum compactum, 350.
T. durum, 350, 353.
T. monococcum, 350, 353.
T. polonicum, 350.
T. sativum, 30.
T. turgidum, 350.
T. vulgare, 349.
Tropeolum majus, 328.
Trouvelot, 2, 73.
Tryphaena pronuba, 58.
Tucker, 333.
Tulasne, p. 414.
Turchet, 239, 322.
Tylenchus dipsaci, 58.
Tylenchus scandeus, 58.

U

Ulmus campestris, 53.
Ulmus montana, 53.
Uncinula necator, 50.
Uredinées, 40, 53.
Uromyces appendiculatus, 37.
Uromyces Betae, 33.
Uromyces Fabae, 37, 40.
Uromyces Pisi, 37.
Uschinsky, 236, 237, 245, 322.
Ustilago Avenae, 31.
Ustilago Tritici, 31.
Utilisation de porte-greffes résistants, 335.
Uyeda, 327, 328.

V

Van der Meer, 331.
Van Ermengen, p. 230, 245.
Vanessa cardui, 9.
Vanessa polychloros, 11.
Vayssière, 57, 398, 400.
Van Riper, 305.
Venturia inaequalis, 40, 362.
Vers, 21.
Vers gris, 333.
Vermicularia varians, 38.
Vernis du Japon, 53.
Verticilliose, 34.
Verticillium albo-atrum, 34.
Verticillium des Aubergines, 91.
Verticillium Dahliae, 53, 70, 72, 86, 91.
Verse, 66.
Vesce, 44.
Vicia Faba, 36, 40.
Vicia sp., 44.
Vigne, 16, 28, 29, 42 à 52. 91, 365, 367, 380, 415.
Vinet, 250.
Vitis vinifera L., 28.
Vole, 304, 305.
Von Kirchner, 350.
Voukassovitch, 4.
Vzoroff, p. 246.

W

Wager, 329.
Weck, p. 247.
Wildefire, 243, 247.
Willaume, 3, 5.
Willcocks, 399.
Wille, 401.
Williams (C.-B.), 398.
Wojnowicia graminis, 32, 70.
Wolf, 242, 244, 245, 325, 332, 334, 336.

X

Xyleborus dispar, 11.

Y

Yamamoto, 401.
Young, 307.

Z

Zierl, 232, 245, 297.
Zinnia elegans, 328.

TABLE DES MATIÈRES

Rapport Phytopathologique pour l'année 1931 1

Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les Laboratoires en 1931 54

Feytaud (J.). — Recherches sur le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) 97

Labrousse (F.). — Essais sur la technique bactériologique en pathologie végétale 221

Moreau (L.) et Vinet (E.). — Evolution de la Cochylis et de l'Eudémis dans un vignoble de l'Ouest 250

Dufrénoy (J.). — Modifications pathologiques du métabolisme cellulaire chez les Tabacs 259

Labrousse (F.). — Essais sur la technique bactériologique en pathologie végétale. Application à l'étude d'un certain nombre de maladies 317

Gaudineau (M.). — Sur quelques facteurs de l'infection du Blé par la carie 340

Arnaud (G). — Essais de traitements des Arbres fruitiers et de la Vigne. 357

Bordas (J.), Joessel (P.-H.) et Anres (Et.). — Enquête sur les dépérissements de la Lavande 368

Mattras (H.). — Observations sur les rouilles du Blé 384

Shabetai (C.-R.). — Le traitement des graines de Coton et de Blé par la Chloropicrine 398

Bibliographie 414

Table Alphabétique des Matières 419